



PREFEITURA DO  
**CRATO**

## **ESTUDO DE ENGENHARIA E AFINS**

**CONCESSÃO DO SERVIÇO PÚBLICO DE COLETA, TRANSPORTE, TRATAMENTO E DESTINAÇÃO FINAL DE ESGOTOS SANITÁRIOS NO MUNICÍPIO DO CRATO-CE, INCLUINDO A EXECUÇÃO DAS OBRAS DE CONSTRUÇÃO DE REDES COLETORAS DE ESGOTO E RESPECTIVAS LIGAÇÕES PREDIAIS, INTERCEPTORES, LINHAS DE RECALQUE E EMISSÁRIOS, ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS DE ESGOTO E ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO, E GESTÃO COMERCIAL DE TODO SISTEMA DE SANEAMENTO.**

## ÍNDICE GERAL

1	CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	9
2	SUMÁRIO EXECUTIVO.....	11
3	INTRODUÇÃO.....	12
4	ESTUDO POPULACIONAL.....	13
4.1	Plano Diretor de Urbanismo.....	13
4.2	Projetos em Implantação.....	14
4.3	Projeção Populacional.....	15
4.4	Distribuição da População nos Setores de Esgotamento Sanitário.....	20
5	ESTUDO DE DEMANDA.....	24
5.1	População Atendida.....	24
5.2	Contribuição Per Capita.....	25
5.2.1	Taxa de Infiltração.....	25
5.2.2	Coeficientes de Variação de Consumo.....	26
5.2.3	Cálculo de contribuições de esgoto sanitário.....	27
6	PARÂMETROS E CONDICIONANTES DE PROJETO.....	37
6.1	Estações Elevatórias.....	37
6.2	Estações de Tratamento.....	37
6.3	Rede Coletora.....	37
6.3.1	Ligações.....	37
6.4	Critérios Adotados para o Dimensionamento da Rede Coletora.....	38
6.4.1	Emissários por Gravidade.....	41
6.4.2	Material das Tubulações de Interceptores e Emissários.....	41
6.4.3	Poços de Visita para Interceptores e Emissários.....	41
6.5	Estações Elevatórias de Esgoto Bruto e Linhas de Recalque.....	42
6.5.1	Cálculo do Volume do Poço de Sucção.....	42
6.5.2	Dimensões Úteis.....	43
6.5.3	Sistema de Redução de Danos.....	43
6.5.4	Grupo Gerador.....	44
6.5.5	Linhas de Recalque e Potência Consumida.....	44
6.6	Descrição Geral da Concepção do Sistema de Esgotamento.....	45

6.6.1	Arranjo Geral do Sistema de Afastamento e Tratamento Projetado .....	48
6.7	Rede Coletora.....	48
6.7.1	Descritivo Técnico .....	48
6.8	Emissários .....	49
6.9	Estações Elevatórias de Esgoto .....	49
6.9.1	Características Gerais .....	49
6.9.2	Estação Elevatória de Esgoto Bruto EE 01.....	51
6.9.3	Estação Elevatória de Esgoto Bruto EE 02.....	53
6.9.4	Estação Elevatória de Esgoto Bruto EE 03.....	55
6.9.5	Estação Elevatória de Esgoto Bruto EE 04.....	57
6.9.6	Estação Elevatória de Esgoto Bruto EE 05.....	59
6.9.7	Estação Elevatória de Esgoto Bruto EE 06.....	61
6.9.8	Estação Elevatória de Esgoto Bruto EE 07.....	63
6.9.9	Estação Elevatória de Esgoto Bruto EE 08.....	65
6.9.10	Estação Elevatória de Esgoto Bruto EE 09.....	67
6.9.11	Estação Elevatória de Esgoto Bruto EE 10.....	69
6.9.12	Estação Elevatória de Esgoto Bruto EE 11.....	71
6.9.13	Estação Elevatória de Esgoto Bruto EE 12.....	73
6.9.14	Estação Elevatória de Esgoto Bruto EE 13.....	75
6.9.15	Estação Elevatória de Esgoto Bruto EE 14.....	77
6.9.16	Estação Elevatória de Esgoto Bruto EE 15.....	79
6.9.17	Estação Elevatória de Esgoto Bruto EE 16.....	81
6.9.18	Estação Elevatória de Esgoto Bruto EE 17.....	83
6.9.19	Estação Elevatória de Esgoto Bruto EE 18.....	85
6.9.20	Estação Elevatória de Esgoto Bruto EE 19.....	87
6.9.21	Estação Elevatória de Esgoto Bruto EE 20.....	89
6.9.22	Estação Elevatória de Esgoto Bruto EE 21.....	91
6.9.23	Estação Elevatória de Esgoto Bruto EE 22.....	93
6.10	Estações de Tratamento de Esgoto.....	95
6.10.1	Generalidades .....	95
6.10.2	Concepção Geral dos Sistemas de Tratamento.....	96
6.10.3	Critérios e Parâmetros para Dimensionamento das ETE.....	99
6.10.4	Estação de Tratamento de Esgoto – Sistema Petrobrás.....	107
6.10.5	Estação de Tratamento de Esgoto – Sistema Dom Quintino.....	108

6.10.6	Estação de Tratamento de Esgoto – Sistema Ponta da Serra.....	110
7	COMPATIBILIZAÇÃO DAS CARÊNCIAS COM AS AÇÕES DECORRENTES DO PROJETO ENGENHARIA .....	112
8	RISCOS DO PROJETO .....	114
9	CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO E PLANOS DE INVESTIMENTO CAPEX.....	121
10	CUSTOS OPERACIONAIS - OPEX .....	123
10.1	Pessoal Operacional .....	124
10.2	Despesas Administrativas.....	125
10.2.1	Pessoal.....	125
10.2.2	Veículos .....	126
10.2.3	Licenciamento Ambiental e Terceiros. ....	127
10.2.4	Energia Elétrica.....	127
10.2.5	Produtos Químicos .....	128
10.2.6	Manutenção do Sistema.....	129
10.2.7	Análises Laboratoriais.....	129
10.2.8	Lodo.....	129
10.3	Resumo dos Custos Operacionais .....	130
11	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	131
12	ANEXOS.....	133
	Anexo 1 – Resumo do Orçamento .....	134
	Anexo 2 – Cronograma de Implantação das Obras .....	139
	Anexo 3 – Projeto: Mapa de Concepção do Sistema Proposto .....	141
	Anexo 4 – Projeto: Concepção de Esgotamento - Distrito Ponta da Serra .....	143
	Anexo 5 – Projeto: Concepção de Esgotamento - Distrito Dom Quintino .....	145
	Anexo 6 – Projeto: Fluxograma do Sistema de Esgotamento Proposto .....	147
	Anexo 7 – Projeto: Estação Elevatória de Esgoto Proposta – Tipo I .....	149
	Anexo 8 – Projeto: Estação Elevatória de Esgoto Proposta – Tipo II a IV.....	151
	Anexo 9 – Projeto: Estação Elevatória de Esgoto Proposta – Tipo V (Planta).....	153
	Anexo 10 – Projeto: Estação Elevatória de Esgoto Proposta – Tipo V (Cortes) .....	155
	Anexo 11 – Projeto: Implantação da Estação Elevatória de Esgoto Proposta – Tipo V .....	157
	Anexo 12 – Projeto: Estação de Tratamento de Esgoto Proposta – UASB + FBP + DS (Granjeiro) .....	159
	Anexo 13 – Projeto: Estação de Tratamento de Esgoto Proposta – UASB + FBP + DS (Granjeiro) .....	161

Anexo 14 – Projeto: Estação de Tratamento de Esgoto Propoposta – UASB + FBP + DS (Granjeiro) .....	163
Anexo 15 – Projeto: Estação de Tratamento de Esgoto Propoposta – UASB + FBP + DS (Petrobrás) .....	165
Anexo 16 – Projeto: Estação de Tratamento de Esgoto Propoposta – UASB + FBP + DS (Petrobrás) .....	167

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. População Residente no Município do Crato. ....	15
Tabela 2 Projeções Populacionais - Município do Crato.....	16
Tabela 3. Fórmulas da Projeção do Método AiBi.....	17
Tabela 4. Projeção Populacional – Município do Crato. ....	19
Tabela 5. Taxa de Infiltração.....	26
Tabela 6. Vazões Considerando-se 100% de Atendimento das Demandas. ....	29
Tabela 7. Vazões com Metas de Universalização (2019-2056).....	33
Tabela 8 Resumo dos Subsistemas do Município do Crato. ....	47
Tabela 9. Resumo do Descritivo Técnico da Rede Coletora Zona Urbana.....	48
Tabela 10. Características EE 01.....	51
Tabela 11. Características EE 02.....	53
Tabela 12. Características EE 03.....	55
Tabela 13. Características EE 04.....	57
Tabela 14. Características EE 05.....	59
Tabela 15. Características EE 06.....	61
Tabela 16. Características EE 07.....	63
Tabela 17. Características EE 08.....	65
Tabela 18. Características EE 09.....	67
Tabela 19. Características EE 10.....	69
Tabela 20. Características EE 11.....	71
Tabela 21. Características EE 12.....	73
Tabela 22. Características EE 13.....	75
Tabela 23. Características EE 14.....	77
Tabela 24. Características EE 15.....	79
Tabela 25. Características EE 16.....	81
Tabela 26. Características EE 17.....	83
Tabela 27. Características EE 18.....	85
Tabela 28. Características EE 19.....	87
Tabela 29. Características EE 20.....	89
Tabela 30. Características EE 20.....	91

Tabela 31. Características EE 20.....	93
Tabela 32. Características do Efluente Tratado. ....	99
Tabela 33. Parâmetros de projeto – ETE.....	100
Tabela 34. Características do Afluente da Estação de Tratamento de Esgoto.....	102
Tabela 35. Carências Observadas e Ações Mitigadoras Previstas para o SES.....	112
Tabela 36. Riscos do Projeto.....	115
Tabela 37. CAPEX para Universalização do SES do Município do Crato (Data Base: Agosto/2021).....	122
Tabela 38. Custos e Despesas – OPEX (Data Base: Agosto/2021).....	123
Tabela 39. Quantidade de Ligações Atendida por Funcionário .....	124
Tabela 40. Custo Salário Anual da Mão de Obra Operacional (R\$/func.ano).....	124
Tabela 41. Custo Anual da Mão de Obra Operacional por Ligação (R\$/lig. Ano) .....	125
Tabela 42. Custo Salário Anual Administrativo (R\$/func.ano) .....	125
Tabela 43. Custo Anual Mão de Obra Administrativa por Ligação (R\$/lig.ano) .....	126
Tabela 44. Despesas Operacionais com Veículos (R\$/lig.ano) .....	126
Tabela 45. Despesas com Licenciamento Ambiental e Terceiros (R\$/lig.ano) .....	127
Tabela 46. Despesas com Energia Elétrica (R\$/ano).....	127
Tabela 47. Consumo e Custos de Produtos Químicos para Tratamento de Esgoto.....	128
Tabela 48. Custo Anual por Ligação para Manutenção do Sistema (R\$/lig. Ano).....	129
Tabela 49. Produção de Lodo na ETE .....	129
Tabela 50. Resumo dos Custos Operacionais - OPEX .....	130
Tabela 51. Projeto do Sistema de Tratamento de Esgotos do Município do Crato Resumo – ETE Granjeiro.....	135
Tabela 52. Projeto do Sistema de Tratamento de Esgotos do Município do Crato Resumo – Petrobras .....	136
Tabela 53. Projeto do Sistema de Tratamento de Esgotos do Município do Crato Resumo – Dom Quintino.....	137
Tabela 54. Projeto do Sistema de Tratamento de Esgotos do Município do Crato Resumo – Ponta da Serra.....	138
Tabela 55. Projeto do Sistema de Tratamento de Esgotos do Município do Crato Resumo – Reforma ETE Existente.....	138

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localização de Loteamentos Novos ou em Fase de Implantação. ....	15
Figura 2. Comparativo dos Métodos de Projeção Populacional entre 1970 e 2019. ....	16
Figura 3. Imagem de Satélite – Município do Crato – 2001. ....	21
Figura 4. Imagem de Satélite – Município do Crato – 2006. ....	22
Figura 5. Imagem de Satélite – Município do Crato – 2013. ....	22
Figura 6. Imagem de Satélite – Município do Crato – 2019. ....	23
Figura 7. Densidade Demográfica – Município do Crato. ....	23
Figura 8. Croqui de Ligação Predial de Esgoto (orientativo). ....	38
Figura 9. Localização da EE 01. ....	52
Figura 10. Localização da EE 02. ....	54
Figura 11. Localização da EE 03. ....	56
Figura 12. Localização da EE 04. ....	58
Figura 13. Localização da EE 05. ....	60
Figura 14. Localização da EE 06. ....	62
Figura 15. Localização da EE 07. ....	64
Figura 16. Localização da EE 08. ....	66
Figura 17. Localização da EE 09. ....	68
Figura 18. Localização da EE 10. ....	70
Figura 19. Localização da EE 11. ....	72
Figura 20. Localização da EE 12. ....	74
Figura 21. Localização da EE 13. ....	76
Figura 22. Localização da EE 14. ....	78
Figura 23. Localização da EE 15. ....	80
Figura 24. Localização da EE 16. ....	82
Figura 25. Localização da EE 17. ....	84
Figura 26. Localização da EE 18. ....	86
Figura 27. Localização da EE 19. ....	88
Figura 28. Localização da EE 20. ....	90
Figura 29. Localização da EE 21. ....	92
Figura 30. Localização da EE 22. ....	94



Figura 31. Localização da ETE Granjeiro.....	107
Figura 32. Localização da ETE Petrobrás.....	108
Figura 33. Localização da ETE Dom Quintino.....	110
Figura 34. Localização da ETE Ponta da Serra.....	111

## **1 CONSIDERAÇÕES GERAIS**

Este Relatório de Engenharia e Afins consiste na avaliação técnica de engenharia quanto aos itens que podem ter impacto no PROJETO, bem como na elaboração dos estudos necessários para estruturação do PROJETO. Cabe salientar que esse estudo serve apenas como um referencial para potenciais licitantes, e não possui nenhum tipo de caráter vinculante. Desta forma, eventuais interessados em participar da licitação podem adotar premissas diferentes das descritas nesse documento, sempre se limitando às exigências estabelecidas no EDITAL e no CONTRATO DE CONCESSÃO. Adicionalmente, esse estudo não tem qualquer valor para questionamento por parte dos licitantes, nem terá qualquer valor para construções de pleitos e solicitações de reequilíbrio econômico-financeiro.

Para desenvolvimento deste Relatório de Engenharia e Afins foi utilizado como base de informações o Diagnóstico da Situação Operacional, o qual foi elaborado com informações disponibilizadas pela SAAEC e com dados coletados na visita técnica ao município, no mês de agosto de 2019. As informações foram complementadas com os dados do Plano Municipal de Saneamento Básico e do Plano Diretor de Urbanismo, projetos existentes e demais materiais disponibilizados pelas secretarias e órgãos públicos.

O Projeto de engenharia apresenta uma concepção, contendo os requisitos técnicos mínimos para operação e exploração dos principais sistemas relativos aos serviços de esgotamento, manutenção e conservação das infraestruturas envolvidas, ampliação dos sistemas para universalização, orçamento do custo global dos investimentos necessários para implantação, melhoria e recuperação e/ou expansão dos sistemas (CAPEX) e orçamento dos custos de operação e manutenção dos serviços prestados (OPEX).

Também foi desenvolvido um estudo populacional, com base nas informações dos Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), apresentando as projeções de crescimento da população do município ao longo de 35 anos, atingindo o ano de 2056. Foram concebidos três cenários de crescimento populacional resultantes de diferentes métodos de projeção. A partir do Estudo Populacional, foi desenvolvido o Estudo de Demanda, determinando as necessidades de esgotamento sanitário, representadas pelas vazões de esgoto.

Para concepção das unidades que compõe o Sistema de Esgotamento foi estabelecida uma padronização das estruturas a serem implantadas, com tipologia em função da capacidade instalada.



Esta padronização foi adotada para:

- Elevatórias de Esgoto (EE);
- Estações de Tratamento de Esgoto (ETE).

A padronização é uma forma racional de expandir a infraestrutura, reduzindo custos de projetos, obras, manutenção e operação.

## **2 SUMÁRIO EXECUTIVO**

O município do Crato-CE está localizado no estado do Ceará a aproximadamente 507,6 Km da capital Fortaleza. O município faz parte da Região Metropolitana do Cariri. Os dados do último censo do IBGE, publicados no ano de 2010, indicam que o município do Crato tinha 121.428 habitantes, sendo 100.916 na área urbana e 20.512 na área rural com uma taxa de ocupação domiciliar de 3,57 habitantes/domicílio. De acordo com o estudo populacional desenvolvido para cálculo das demandas, em 2044, o município atingira sua população máxima que será de 154.460 habitantes, sendo 141.785 habitantes na área urbana e 12.675 habitantes na área rural com uma taxa de ocupação domiciliar de 3,42 habitantes/domicílio.

De acordo com a concepção prevista o sistema esgotamento sanitário será responsável por atender 90% da população do município (rural e urbana) até o ano de 2033, conforme meta de universalização. Considerou-se que cerca de 10% da população não será atendida devido aos altos custos e as dificuldades para integrar alguns locais aos sistemas de esgotamento projetados.

Atualmente o Sistema de Esgotamento Sanitário (SES) do município do Crato atende 32,79% da população com coleta de esgotos, contando com 10.634 ligações ativas e com aproximadamente 103.027m de redes coletoras (SAAEC, 2018). Com relação ao tratamento dos efluentes coletados, atualmente, das cinco Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) que compunham o SES, três estão desativadas e não serão reativadas de acordo com a SAAEC, uma encontra-se inoperante (ETE Seminário) e apenas uma ETE, localizada no Conjunto Habitacional Filemon Lima Verde, está em funcionamento. Menos de 8% do efluente coletado no município é tratado e apenas 2,67% da população é atendida com tratamento de esgotos.

O Projeto de Engenharia desenvolvido prevê que para a universalização dos serviços o sistema de esgotamento deverá ser dividido em cinco sistemas, sendo dois principais (Granjeiro e Petrobrás) e três mais afastados da área urbana, (Conjunto Habitacional São Bento, Distrito Dom Quintino e Distrito Ponta da Serra), para isso deverão ser implantados 252.411 m de redes, além da substituição de 36.059 m de redes existentes, 22 Estações Elevatórias e quatro novas ETEs distribuídas em 29 subsistemas de esgotamento, conforme mostram os Anexos 3 a 5. As duas ETE existentes (Filemon e Seminário) deverão ser desativadas após implantação das ETE Petrobras e Granjeiro e duas novas ETE serão implantadas com recursos da Caixa Econômica Federal (Minha Casa Minha Vida) nos conjuntos habitacionais São Bento 1 e 2, de acordo com a nova concepção. Também foram considerados custos para instalação de hidrômetros nas novas instalações e substituição de hidrômetros a cada sete anos, já que foi previsto que a gestão comercial dos serviços de água deverá ser realizada pelo responsável pelo serviço de esgotamento.

### **3 INTRODUÇÃO**

O Relatório de Engenharia e Afins foi realizado com base no levantamento realizado em campo durante o mês de agosto de 2019, projetos e informações disponíveis junto à SAAEC, Prefeitura do Crato e demais órgãos e secretarias, às informações do Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento (SNIS) e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), além das informações apresentadas Diagnóstico da Situação Operacional.

O Estudo de Demanda tem como objetivo determinar o incremento dos serviços de abastecimento de esgotamento sanitário em função do crescimento populacional e da universalização destes serviços, ao longo de 35 anos, que é o horizonte deste projeto.

Em função do crescimento populacional, são dimensionadas as vazões de consumo de água e geração de esgoto, utilizando para tanto, os critérios técnicos determinados pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

A distribuição destas vazões é realizada segundo a lógica estabelecida pelos fatores geográficos e temporais.

Neste estudo foram desenvolvidos dois cenários de atendimento, sendo o primeiro para demonstração do atendimento de 100% da demanda em todo horizonte de projeto (2019 a 2056) e o segundo considerando metas de evolução de atendimento e universalização dos sistemas. Foi considerado o atendimento de 90% da população (urbana e rural) com a universalização dos serviços até o ano de 2033, conforme indica o novo Marco Legal do Saneamento Básico.

A estruturação do Projeto de Engenharia apresentado neste Relatório descreve os parâmetros de projetos utilizados para o dimensionamento e verificação das estruturas componentes do sistema de esgotamento sanitário, resume o funcionamento atual dos sistemas e em seguida apresenta as concepções previstas para os sistemas de esgoto, identificando as principais intervenções necessárias em cada instalação para possibilitar a universalização dos serviços no município.

## **4 ESTUDO POPULACIONAL**

Para o estudo populacional, foi realizada a análise estatística acompanhada das características históricas e geográficas do município. A projeção populacional obtida determina a população que deverá ser atendida pelos serviços de saneamento no horizonte de projeto de 35 anos.

Essa projeção é fundamental para obter as vazões de contribuição de esgoto sanitário e para o dimensionamento das estruturas componentes do sistema.

### **4.1 PLANO DIRETOR DE URBANISMO**

O Plano Diretor de Urbanismo apresenta um conjunto de princípios e regras orientadoras da ação dos agentes que constroem e utilizam o espaço urbano. O Plano auxilia no futuro desenvolvimento socioeconômico e futura organização espacial dos usos e ocupação do solo, das redes de infraestrutura e de elementos fundamentais da estrutura urbana para o município, que são aprovadas por lei municipal.

Esse levantamento é importante para definição da área de expansão urbana dentro do zoneamento proposto pelo Plano, zoneamento este que divide o município em áreas sobre as quais incidem diretrizes diferenciadas para o uso e a ocupação do solo, e que devem ser consideradas para os serviços de saneamento.

O zoneamento tem como principais objetivos controlar o crescimento urbano, proteger áreas inadequadas à ocupação urbana, além de minimizar os conflitos entre usos e atividades.

O município do Crato possui Plano Diretor de Urbanismo estabelecido pela Lei Municipal nº 2.279/2005, cuja última atualização foi realizada no ano de 2010, que dispõe sobre sua política de desenvolvimento e de expansão urbana, objetivando, a partir da fixação de objetivos e diretrizes definidos no Plano Estratégico e no Plano de Estruturação Urbana, orientar o processo de transformação do município, assegurando uma melhor qualidade de vida a seus habitantes.

O Plano indica que o crescimento municipal ocorreu nas imediações de sua área central, que abriga atualmente o seu centro histórico, onde a cidade foi crescendo, inicialmente de forma radiocêntrica. O centro e sua área comercial foi se expandindo progressivamente, provocando o deslocamento da população que ali residia para os sítios adjacentes, dando origem à formação de novos bairros residenciais.

A Planta Oficial de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo Urbano apresenta 31 bairros e sete tipos de zonas:

I - Zona Residencial, ZR, subdividida em: ZR1, ZR2, ZR3 e ZR4;

II - Zona de Uso Misto, ZUM;

III - Centro de Unidade de Vizinhança, CEUV;

IV - Zona de Renovação Urbana, ZRU;

V - Zona Comercial e de Serviços Especiais, ZCSE;

VI - Zona Industrial, ZI;

VII - Zona Especial, ZE.

As zonas residenciais (ZR) estão divididas de acordo com o tipo de ocupação e a densidade e as demais zonas estão divididas em função do tipo de ocupação e características ambientais.

#### **4.2 PROJETOS EM IMPLANTAÇÃO**

A existência de novos projetos urbanísticos já aprovados e em fase de implantação, mas ainda não identificados geograficamente, consiste em uma expansão demográfica e populacional que deve ser considerada.

Através dos projetos em implantação, identifica-se futuras áreas de expansão onde já deve-se considerar a necessidade do atendimento das demandas de esgoto.

Em conjunto com o Plano Diretor, essa informação auxilia no entendimento da distribuição demográfica.

As manchas em vermelho indicam alguns loteamentos e conjuntos habitacionais novos ou em fase de implantação identificados nas imagens por satélite.

**FIGURA 1. LOCALIZAÇÃO DE LOTEAMENTOS NOVOS OU EM FASE DE IMPLANTAÇÃO.**



Fonte: Adaptado Google Earth®, 2019.

### 4.3 PROJEÇÃO POPULACIONAL

Os dados do último censo do IBGE, publicados no ano de 2010, indicam que o município do Crato tinha 121.428 habitantes, sendo 100.916 na área urbana e 20.512 na área rural com uma taxa de ocupação domiciliar de 3,57 habitantes/domicílio.

Entre os anos de 1970 e 2010 houve um crescimento de 141,35% da população urbana enquanto a população rural caiu 29,7%. De 2000 a 2010 a população do município do Crato cresceu a uma taxa média anual de 1,50%.

A Tabela a seguir, mostra a evolução da população do município do Crato entre os anos 1970 a 2010.

**TABELA 1. POPULAÇÃO RESIDENTE NO MUNICÍPIO DO CRATO.**

ANO	URBANA	RURAL	TOTAL
1970	41.812	29.184	70.996
1980	58.306	22.369	80.675
1991	70.28	20.239	90.519
2000	83.917	20.729	104.646
2010	100.916	20.512	121.428

Fonte: IBGE.



Para realizar as projeções populacionais, foram utilizados os dados dos censos de 1970, 1980, 1991, 2000 e 2010, a depender do método, disponibilizados no site do IBGE. Foram concebidos três cenários de crescimento populacional resultantes de métodos comumente utilizados para projeções populacionais: AiBi, Linear e Logarítmico.

O modelo escolhido para cada município foi aquele que mais se aproximou dos valores das projeções do IBGE. Uma vez escolhido o modelo, utilizou-se o mesmo para estimar a população nos anos seguintes, de forma que o gráfico de cada município apresente a tendência de crescimento ou decréscimo da população.

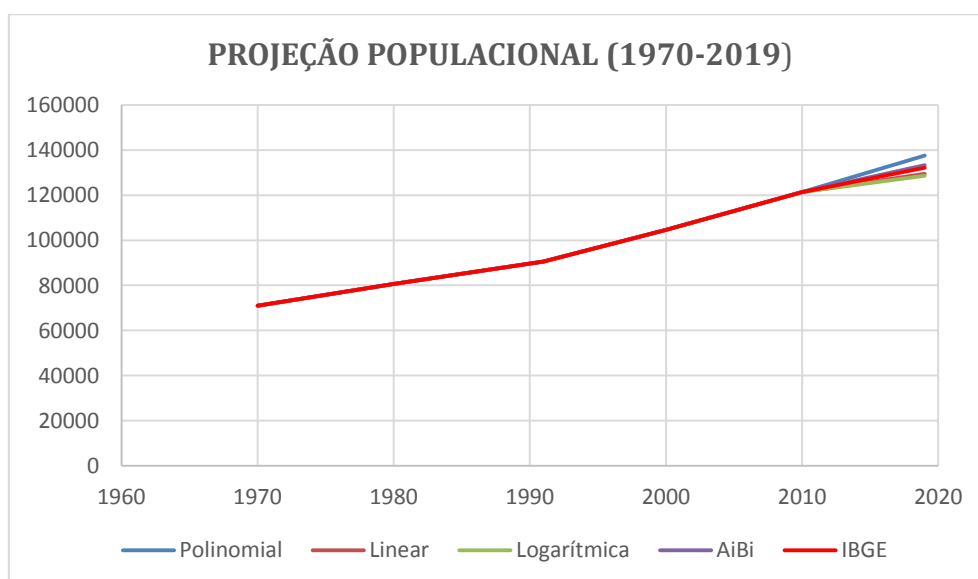
Os três métodos de projeções populacionais considerados podem ser categorizados como modelos de extrapolação e o método que mais se aproximou das projeções do IBGE foi o método AiBi, conforme a **TABELA 2** e a **FIGURA 2** seguir:

**TABELA 2 PROJEÇÕES POPULACIONAIS - MUNICÍPIO DO CRATO.**

Ano	População (Linear)	População (Logarítmica)	AiBi	IBGE
<b>1970</b>	70.996	70.996	70.996	70.996
<b>1980</b>	80.675	80.675	80.675	80.675
<b>1991</b>	90.519	90.519	90.519	90.519
<b>2000</b>	104.646	104.646	104.646	104.646
<b>2010</b>	121.428	121.428	121.428	121.428
<b>2019</b>	<b>129.487</b>	<b>128.646</b>	<b>133.280</b>	<b>132.123</b>

Fonte: Enejota, 2019.

**FIGURA 2. COMPARATIVO DOS MÉTODOS DE PROJEÇÃO POPULACIONAL ENTRE 1970 E 2019.**



O método AiBi modula a projeção populacional em função da dinâmica populacional projetada para uma área maior. Para esse caso é levada em consideração a intensidade de crescimento (taxa crescimento) da área maior (dois pontos no tempo mais a projeção) e das áreas menores (dois pontos no tempo), além da representatividade do tamanho populacional das áreas menores em relação à área maior.

No método AiBi é utilizada a seguinte equação:

**TABELA 3. FÓRMULAS DA PROJEÇÃO DO MÉTODO AiBi.**

Fórmula da Projeção	Coefficientes
$P_i(t) = a_i P(t) + b_i$	$P_i(t_0) = a_i P(t_0) + b_i$ $P_i(t_1) = a_i P(t_1) + b_i$

Onde:

$P_i(t)$  : população de uma determinada área menor i. no tempo t. (hab.);

$a_i$  : o coeficiente de proporcionalidade do incremento da população da área menor i em relação ao incremento da população da área maior;

$b_i$  : o coeficiente linear de correção.

Mesmo não sendo o método de projeção mais adequado para horizontes temporais mais longos, o método AiBi se mostrou o mais oportuno já que é o método adotado pelo IBGE (2019) para a projeção de pequenas áreas, baseando-se na aplicação original de Madeira e Simões (1972). Além dos dados estarem mais próximos do alcançados pelos IBGE, conforme se verifica na **TABELA 2**, de acordo com Waldvogel (1998), não se exige o uso de dados de estatísticas vitais. Ademais, segundo a referida autora, a extrapolação da população para datas futuras é feita através do pressuposto básico de que a tendência populacional observada no passado continuará válida no futuro, demandando, portanto, apenas dois pontos no tempo das estimativas populacionais pretéritas. Para o caso em questão, seguindo a mecânica básica do método utilizada pelo IBGE consideraram-se os dados dos Censos de 1970 e 2010, já que esse período reflete a dinâmica populacional prospectada pelo IBGE para os próximos anos. Além disso, o crescimento populacional das áreas pequenas (municípios) na projeção é uma função da projeção da área grande (País), cujos dados foram obtidos da projeção por coortes componentes realizadas pelo IBGE para o horizonte temporal considerado. Com isso, consegue-se obter resultados na projeção populacional por município, condizentes com cenário prospectado para o país ao longo dos próximos anos, como a convergência territorial nas taxas de fecundidade e mortalidade, e

também de arrefecimento dos movimentos migratórios. Além disso, mantém-se uma proporcionalidade entre a população projetada das áreas pequenas e da grande, de modo que a soma das primeiras corresponda exatamente a segunda.

A diferença observada entre o AiBi do IBGE e AiBi empregado no presente estudo se deve a adaptação metodológica empreendida para a aplicação eficiente do método. Isto é, em virtude do IBGE apenas disponibilizar informações populacionais para 2060 no plano nacional (IBGE, 2020), aplicou-se o método AiBi para três níveis de análise, Brasil-Unidades da Federação, Unidades da Federação-Municípios e Municípios-área urbana/área rural. Oportunamente, aplicar-se-á a variação logística do referido método para populações muito pequenas, que tendem assumir valores negativos ("serem dizimadas") no longo prazo da projeção.

Para o caso do município do Crato, foi necessário aplicar um ajuste no método AiBi, pois de acordo com a SAAEC a população atual é de 140.915 habitantes, diferente da projeção do IBGE para o ano de 2019 que é de 132.123 habitantes, portanto a projeção populacional do município do Crato, após ajustes solicitados pela SAAEC é a seguinte:

**TABELA 4. PROJEÇÃO POPULACIONAL – MUNICÍPIO DO CRATO.**

Ano	Projeção Populacional (hab.)	Projeção Populacional Urbana	Projeção Populacional Rural
2019	140.915	122.176	18.739
2020	141.945	123.418	18.527
2021	142.947	124.636	18.311
2022	143.918	125.826	18.092
2023	144.856	126.986	17.870
2024	145.756	128.113	17.643
2025	146.617	129.203	17.414
2026	147.437	130.256	17.181
2027	148.214	131.269	16.945
2028	148.947	132.241	16.706
2029	149.634	133.170	16.464
2030	150.278	134.058	16.220
2031	150.876	134.902	15.974
2032	151.425	135.701	15.724
2033	151.929	136.455	15.474
2034	152.383	137.161	15.222
2035	152.793	137.824	14.969
2036	153.155	138.441	14.714
2037	153.471	139.013	14.458
2038	153.742	139.539	14.203
2039	153.968	140.021	13.947
2040	154.151	140.460	13.691
2041	154.292	140.856	13.436
2042	154.389	141.208	13.181
2043	154.445	141.518	12.927
2044	154.460	141.785	12.675
2045	154.445	141.919	12.526
2046	154.435	142.012	12.423
2047	154.368	142.195	12.173
2048	154.260	142.337	11.923
2049	154.111	142.435	11.676
2050	153.921	142.490	11.431
2051	153.688	142.502	11.186
2052	153.413	142.469	10.944
2053	153.096	142.392	10.704
2054	152.734	142.269	10.465
2055	152.331	142.102	10.229
2056	152.178	141.970	10.208

Fonte: Enejota, 2019.

O município do Crato deverá atingir sua população máxima no ano de 2044 com uma taxa de ocupação domiciliar de 3,42 habitantes/domicílio. Após o ano de 2044 deverá ocorrer uma leve redução da população devendo chegar 152.178 habitantes no ano de 2056.

Com a diminuição das taxas de natalidade, envelhecimento da população e por diversos fatores observa-se que haverá um declínio do crescimento populacional, principalmente na região nordeste, dentro de algumas décadas.

#### **4.4 DISTRIBUIÇÃO DA POPULAÇÃO NOS SETORES DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO**

A distribuição da população urbana projetada para o horizonte de projeto nos setores de esgotamento sanitário foi realizada com base na densidade demográfica do município, indicada no censo do IBGE do ano de 2010 e no Plano Diretor de Urbanismo.

As áreas de expansão também foram definidas através de análise das imagens disponíveis do satélite do Google Earth® (2019), comparando-se os anos de 2001, 2006, 2013 e 2019. Comparando-se as imagens foi possível identificar os locais com maior potencial para expansão populacional até o ano de 2056. Houve um aumento na densidade nas áreas já urbanizadas devido ao aumento da população e o fenômeno de diminuição do número de habitantes por domicílio causado principalmente pelo avanço do número de domicílios particulares.

De acordo com análise das imagens observou-se uma tendência de crescimento populacional na região leste, nas proximidades ao longo da Avenida Padre Cicero e na região sudoeste ao longo da Avenida Jose Horácio Pequeno e da Avenida Pedro Felício Cavalcante.

A delimitação dos setores de abastecimento de esgotamento sanitário pode ser observada nas plantas dos projetos conceituais que fazem parte deste Relatório.

**FIGURA 3. IMAGEM DE SATÉLITE – MUNICÍPIO DO CRATO – 2001.**



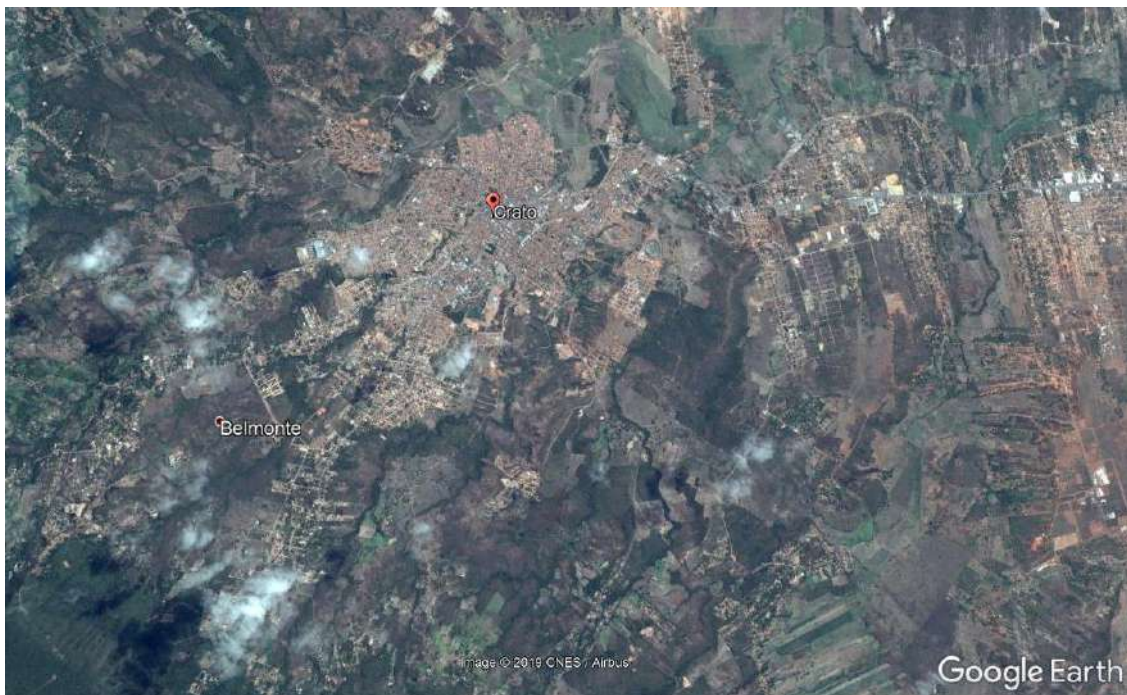
Fonte: Adaptado Google Earth®, 2019.

**FIGURA 4. IMAGEM DE SATÉLITE – MUNICÍPIO DO CRATO – 2006.**



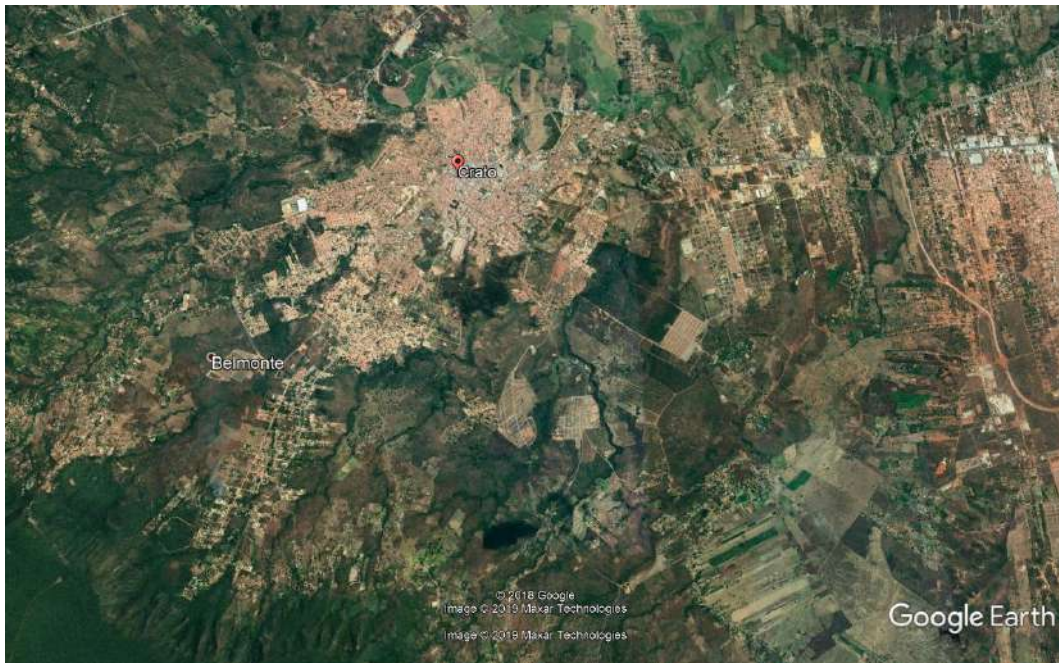
Fonte: Adaptado Google Earth®, 2019.

**FIGURA 5. IMAGEM DE SATÉLITE – MUNICÍPIO DO CRATO – 2013.**



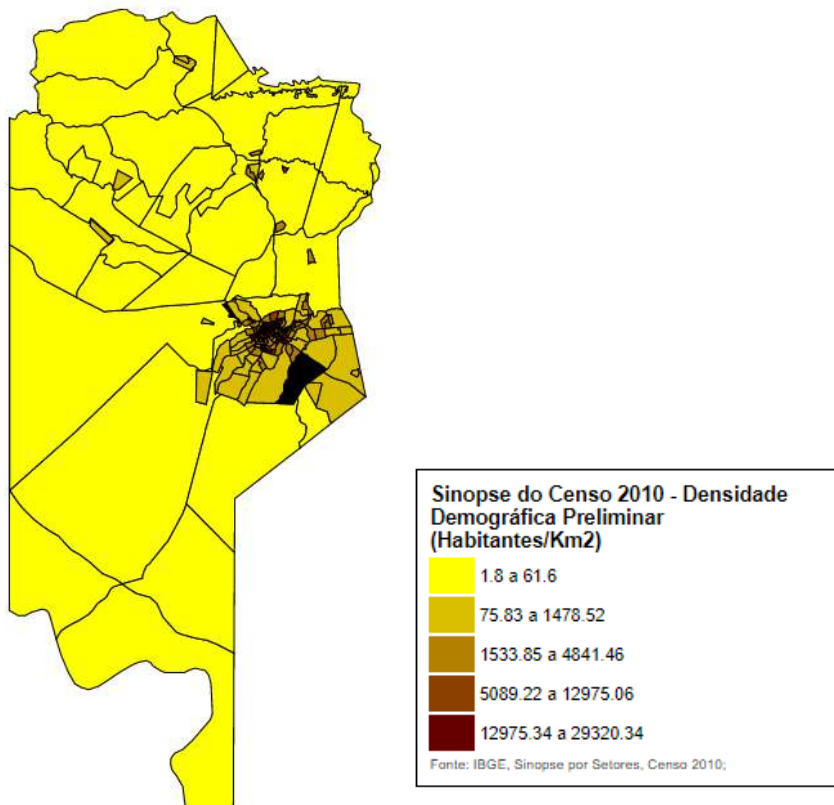
Fonte: Adaptado Google Earth®, 2019.

**FIGURA 6. IMAGEM DE SATÉLITE – MUNICÍPIO DO CRATO – 2019.**



Fonte: Adaptado Google Earth®, 2019.

**FIGURA 7. DENSIDADE DEMOGRÁFICA – MUNICÍPIO DO CRATO.**



Fonte: Censo do IBGE, 2010.



## **5 ESTUDO DE DEMANDA**

Para o dimensionamento da vazão de esgoto sanitário foram utilizados critérios e parâmetros de projetos previstos em Normas Técnicas Brasileiras, padrões da SAAEC e outros consolidados pelo uso, pertinentes ao tema sistema de esgotamento sanitário.

Os parâmetros utilizados para o cálculo foram os seguintes:

- População Atendida (hab.);
- Contribuição per capita - L/hab.dia;
- Coeficiente de retorno esgoto/água – (ABNT, NBR 9649, 1986)
- Índice de Atendimento (%);
- Taxa de infiltração – L/s.Km;
- Coeficiente do dia de maior consumo – K1: 1, 2 (ABNT, NBR 9649, 1986);
- Coeficiente da hora de maior consumo – K2: 1,5 (ABNT, NBR 9649, 1986).

### **5.1 POPULAÇÃO ATENDIDA**

De acordo com a SAAEC a população residente atendida com rede coletora no município do Crato, no ano de 2017, era de 43.071 habitantes ou 32,79% da população que era de 131.372 habitantes. O estudo populacional desenvolvido indica que o município do Crato atingira o seu maior número de habitantes em 2044 com 154.460 habitantes.

Atualmente, os seguintes bairros são atendidos com rede coletora: (Centro, Novo Crato, Ossian Araripe, Pantanal, Pimenta, Vila Alta, Seminário, Conjunto Habitacional Filemon Lima Verde e Gizélia Pinheiro

Somente o Conjunto Habitacional Filemon Lima Verde, com 982 unidades habitacionais e aproximadamente 3.506 habitantes possui ETE em funcionamento, portanto apenas 2,67% da população total residente no município tem cobertura de tratamento de esgotos.

O Projeto de Engenharia tem como meta o atendimento de 139.014 habitantes até o final de plano, ou seja, 90% da população máxima (urbana e rural) do município até o ano de 2056.

## 5.2 CONTRIBUIÇÃO PER CAPITA

A vazão *per capita* média que cada habitante lança na rede coletora de esgoto é diretamente proporcional à taxa *per capita* de água efetivamente consumida que é de 150L/hab.dia de acordo com o Plano Municipal de Saneamento Básico do município do Crato.

Como é de se esperar, a vazão de esgoto acompanha a vazão de água consumida, existindo assim uma correlação entre seus valores. Para essa relação dá-se o nome de coeficiente de retorno ( $C = \text{vazão de esgoto} / \text{vazão de água}$ ). O valor do coeficiente de retorno citado pela Norma NBR 9649 (1986) é de 0,80, ou seja 80% da contribuição *per capita* de água. Este valor foi utilizado nos cálculos de demanda, pois será o mesmo valor utilizado no projeto conceitual para dimensionamento das redes e unidades do SES.

Considerando-se o coeficiente de retorno de 80%, temos uma contribuição *per capita* de 120 L de esgoto/hab.dia.

### 5.2.1 Taxa de Infiltração

A Norma NBR 9649 (ABNT, 1986) indica um valor com variação de 0,05 a 1,0 L/s.km como taxa de contribuição de infiltração nas redes coletoras. São as contribuições originárias das chuvas e das infiltrações do lençol subterrâneo, que inevitavelmente terão acesso às canalizações de esgoto. A quantificação dessas contribuições será realizada levando-se em conta a experiência local ou regional, uma vez que dependerão, entre outros fatores:

- Da profundidade do lençol freático;
- Do tipo de terreno em que a rede será implantada;
- Do tipo de canalização e de suas juntas;
- Do tipo de vedação dos poços de visita.

A vazão de infiltração específica para a cidade é de difícil obtenção, observadas as condições de assentamento das tubulações da rede, tipo de juntas, características do subsolo e outros aspectos. Os valores da Taxa de Infiltração são utilizados de acordo com a Tabela a seguir:

**TABELA 5. TAXA DE INFILTRAÇÃO.**

Rede coletora	Diâmetro do coletor	Tipo de junta	Nível do lençol freático	Tipo de solo	Taxa de infiltração (L/s.km)
Tronco ou Secundária	Até 400 mm	Elástica	Abaixo do coletor	BP	0,05
				P	0,10
			Acima do coletor	BP	0,15
				P	0,30
Secundária	Até 400 mm	Não elástica	Abaixo do coletor	BP	0,05
				P	0,50
			Acima do coletor	BP	0,50
				P	1,00
Tronco	Acima de 400 mm	-----	-----	-----	1,00

BP - Solos de baixa permeabilidade

P - Solos permeáveis

Fonte: Enejota, 2019.

Foi adotada a taxa de infiltração de 0,20 L/s.Km, pois conforme recomendações da norma foram consideradas variáveis como a geologia do estado e os diâmetros inferiores a 400 mm das redes coletoras que serão executadas acima do nível do lençol freático. Além disso, pouco existe no município em termos de sistemas de esgotos implantados, assim grande parte das redes serão novas e a infiltração deve ser mínima, considerando a qualidade dos materiais empregados na confecção das tubulações, bem como o nível de estanqueidade com que as juntas serão executadas.

### **5.2.2 Coeficientes de Variação de Consumo**

São dois os coeficientes utilizados para a obtenção das vazões máximas, K1 e K2, conforme recomendação da norma NBR 12211 (ABNT, 1992) referente a “Estudos de concepção de sistemas públicos de abastecimento de água”. Como a vazão de esgoto é diretamente proporcional à vazão de consumo de água, estes mesmo coeficientes podem ser utilizados para o cálculo da vazão de esgoto.

O coeficiente K1 exprime a relação entre a vazão observada no dia de maior contribuição e a vazão média anual e o coeficiente K2 exprime a relação entre a vazão observada na hora de maior consumo e a vazão observada no dia de maior consumo.

De acordo com a norma NBR 12211 (ABNT, 1992), os coeficientes K1 e K2 devem ser obtidos da relação entre o maior consumo diário e horário, verificado no período de um

ano e o consumo médio diário e horário neste mesmo período, considerando-se sempre as mesmas ligações. Recomenda-se que sejam considerados, no mínimo, cinco anos consecutivos de observações, adotando-se a média dos coeficientes determinados.

Como não existe nenhuma base de dados ou histórico de consumo no município foram utilizados os valores indicados na norma NBR 9649 (ABNT, 1986) e adotados por grande parte das companhias de saneamento do Brasil, conforme segue:

- Coeficiente do dia de maior consumo – K1: 1,20;
- Coeficiente da hora de maior consumo – K2: 1,50.

### 5.2.3 Cálculo de contribuições de esgoto sanitário

Para a determinação das vazões de projeto são utilizadas as seguintes equações:

$$Q_m = \frac{Pop \cdot q_{pc} \cdot c_r}{86.400} + Q_{inf}$$

$$Q_{md} = \frac{Pop \cdot q_{pc} \cdot c_r \cdot K_1}{86.400} + Q_{inf}$$

$$Q_{mh} = \frac{Pop \cdot q_{pc} \cdot c_r \cdot K_1 \cdot K_2}{86.400} + Q_{inf}$$

Onde:

Q<sub>m</sub> : Vazão média (L/s);

Q<sub>md</sub> : Vazão máxima dia (L/s);

Q<sub>mh</sub> : Vazão máxima horária (L/s);

Pop : População de projeto (hab.);

q<sub>pc</sub> : Consumo per capita (L/hab.d);

c<sub>r</sub> : Coeficiente de retorno;

Q<sub>inf</sub> : Vazão de infiltração (L/s).

A Tabela 6 apresenta o resultado do estudo de contribuições de esgoto sanitário do município do Crato para os anos de 2019 a 2056, considerando 100% de índice de atendimento.

A Tabela 7 apresenta os resultados do estudo de contribuição de esgoto considerando-se as metas para evolução de atendimento e universalização do sistema.

Observa-se que a evolução no índice de atendimento se inicia no ano de 2022, ano em que as obras serão iniciadas, além da definição do modelo de negócio a ser adotado, o planejamento financeiro e o desenvolvimento dos projetos para implantação das obras de universalização do sistema.

Considerou-se o índice máximo de atendimento de 90% da área urbana e rural, pois alguns locais mais distantes da zona urbana do município deverão ser atendidos com sistemas individuais (fossa séptica), devido aos altos custos e as dificuldades para integrar estes locais aos sistemas de coleta projetados.

**TABELA 6. VAZÕES CONSIDERANDO-SE 100% DE ATENDIMENTO DAS DEMANDAS.**

Data	População Total (hab.)	População Urbana (hab.)	População Rural (hab.)	Índice Atend. (%)	Consumo Percapita (L/hab.dia)	Demanda Atual (L/s)	Q doméstico médio (L/s)	Infiltração (L/s)	Q média (L/s)	Q dia maior consumo c/ k1 – (L/s)	Q máxima c/ k1 e k2 (L/s)
2019	140.915	122.176	18.739	100,00	150	195,72	195,72	70,54	266,26	305,40	422,83
2020	141.945	123.418	18.527	100,00	150	197,15	197,15	71,15	268,29	307,72	426,01
2021	142.947	124.636	18.311	100,00	150	198,54	198,54	71,74	270,27	309,98	429,10
2022	143.918	125.826	18.092	100,00	150	199,89	199,89	72,31	272,20	312,18	432,11
2023	144.856	126.986	17.870	100,00	150	201,19	201,19	72,88	274,06	314,30	435,02
2024	145.756	128.113	17.643	100,00	150	202,44	202,44	73,42	275,86	316,35	437,81
2025	146.617	129.203	17.414	100,00	150	203,63	203,63	73,95	277,58	318,31	440,49
2026	147.437	130.256	17.181	100,00	150	204,77	204,77	74,45	279,23	320,18	443,05
2027	148.214	131.269	16.945	100,00	150	205,85	205,85	74,94	280,79	321,97	445,48



Data	População Total (hab.)	População Urbana (hab.)	População Rural (hab.)	Índice Atend. (%)	Consumo Per capita (L/hab.dia)	Demanda Atual (L/s)	Q doméstico médio (L/s)	Infiltração (L/s)	Q média (L/s)	Q dia maior consumo c/ k1 – (L/s)	Q máxima c/ k1 e k2 (L/s)
2028	148.947	132.241	16.706	100,00	150	206,87	206,87	75,41	282,28	323,65	447,77
2029	149.634	133.170	16.464	100,00	150	207,83	207,83	75,85	283,68	325,24	449,94
2030	150.278	134.058	16.220	100,00	150	208,72	208,72	76,27	284,99	326,74	451,97
2031	150.876	134.902	15.974	100,00	150	209,55	209,55	76,67	286,22	328,13	453,86
2032	151.425	135.701	15.724	100,00	150	210,31	210,31	77,05	287,36	329,43	455,61
2033	151.929	136.455	15.474	100,00	150	211,01	211,01	77,40	288,42	330,62	457,23
2034	152.383	137.161	15.222	100,00	150	211,64	211,64	77,73	289,38	331,71	458,69
2035	152.793	137.824	14.969	100,00	150	212,21	212,21	78,04	290,25	332,70	460,02
2036	153.155	138.441	14.714	100,00	150	212,72	212,72	78,33	291,04	333,58	461,21
2037	153.471	139.013	14.458	100,00	150	213,15	213,15	78,59	291,74	334,37	462,27



Data	População Total (hab.)	População Urbana (hab.)	População Rural (hab.)	Índice Atend. (%)	Consumo Per capita (L/hab.dia)	Demanda Atual (L/s)	Q doméstico médio (L/s)	Infiltração (L/s)	Q média (L/s)	Q dia maior consumo c/ k1 – (L/s)	Q máxima c/ k1 e k2 (L/s)
2038	153.742	139.539	14.203	100,00	150	213,53	213,53	78,83	292,36	335,06	463,18
2039	153.968	140.021	13.947	100,00	150	213,84	213,84	79,04	292,89	335,66	463,96
2040	154.151	140.460	13.691	100,00	150	214,10	214,10	79,24	293,34	336,16	464,62
2041	154.292	140.856	13.436	100,00	150	214,29	214,29	79,41	293,71	336,57	465,14
2042	154.389	141.208	13.181	100,00	150	214,43	214,43	79,56	293,99	336,88	465,54
2043	154.445	141.518	12.927	100,00	150	214,51	214,51	79,70	294,20	337,10	465,81
2044	154.460	141.785	12.675	100,00	150	214,53	214,53	79,81	294,33	337,24	465,96
2045	154.445	141.919	12.526	100,00	150	214,51	214,51	79,70	294,20	337,10	465,81
2046	154.435	142.012	12.423	100,00	150	214,49	214,49	79,89	294,39	337,29	465,98
2047	154.368	142.195	12.173	100,00	150	214,40	214,40	79,96	294,36	337,24	465,88





Data	População Total (hab.)	População Urbana (hab.)	População Rural (hab.)	Índice Atend. (%)	Consumo Per capita (L/hab.dia)	Demanda Atual (L/s)	Q doméstico médio (L/s)	Infiltração (L/s)	Q média (L/s)	Q dia maior consumo c/ k1 - (L/s)	Q máxima c/ k1 e k2 (L/s)
2048	154.260	142.337	11.923	100,00	150	214,25	214,25	80,01	294,26	337,11	465,66
2049	154.111	142.435	11.676	100,00	150	214,04	214,04	80,04	294,08	336,89	465,31
2050	153.921	142.490	11.431	100,00	150	213,78	213,78	80,04	293,82	336,58	464,84
2051	153.688	142.502	11.186	100,00	150	213,46	213,46	80,02	293,48	336,17	464,24
2052	153.413	142.469	10.944	100,00	150	213,07	213,07	79,98	293,06	335,67	463,52
2053	153.096	142.392	10.704	100,00	150	212,63	212,63	79,92	292,56	335,08	462,66
2054	152.734	142.269	10.465	100,00	150	212,13	212,13	79,84	291,97	334,39	461,67
2055	152.331	142.102	10.229	100,00	150	211,57	211,57	79,73	291,30	333,61	460,56
2056	152.178	141.970	10.208	100,00	150	211,36	211,36	79,75	291,11	333,38	460,20

Fonte: Enejota, 2019.

**TABELA 7. VAZÕES COM METAS DE UNIVERSALIZAÇÃO (2019-2056).**

Data	População Total (hab.)	População Urbana (hab.)	População Rural (hab.)	Índice Atend. (%)	Consumo Per capita (L/hab.dia)	Demanda Atual (L/s)	Q doméstico médio (L/s)	Infiltração (L/s)	Q média (L/s)	Q dia maior consumo c/ k1 - (L/s)	Q máxima c/ k1 e k2 (L/s)
2019	140.915	122.176	18.739	32,79	150	64,18	64,18	23,13	87,31	100,14	138,65
2020	141.945	123.418	18.527	32,79	150	64,64	64,64	23,33	87,97	100,90	139,69
2021	142.947	124.636	18.311	37,19	150	73,84	73,84	26,68	100,52	115,28	159,59
2022	143.918	125.826	18.092	41,59	150	83,14	83,14	30,08	113,21	129,84	179,72
2023	144.856	126.986	17.870	45,99	150	92,53	92,53	33,52	126,05	144,55	200,07
2024	145.756	128.113	17.643	50,39	150	102,02	102,02	37,00	139,01	159,42	220,63
2025	146.617	129.203	17.414	54,79	150	111,58	111,58	40,52	152,10	174,41	241,36
2026	147.437	130.256	17.181	59,19	150	121,22	121,22	44,07	165,29	189,53	262,26
2027	148.214	131.269	16.945	63,60	150	130,91	130,91	47,66	178,57	204,76	283,30



Data	População Total (hab.)	População Urbana (hab.)	População Rural (hab.)	Índice Atend. (%)	Consumo Per capita (L/hab.dia)	Demanda Atual (L/s)	Q doméstico médio (L/s)	Infiltração (L/s)	Q média (L/s)	Q dia maior consumo c/ k1 - (L/s)	Q máxima c/ k1 e k2 (L/s)
2028	148.947	132.241	16.706	68,00	150	140,66	140,66	51,27	191,94	220,07	304,47
2029	149.634	133.170	16.464	72,40	150	150,46	150,46	54,91	205,37	235,46	325,74
2030	150.278	134.058	16.220	76,80	150	160,29	160,29	58,58	218,87	250,93	347,10
2031	150.876	134.902	15.974	81,20	150	170,15	170,15	62,26	232,41	266,44	368,53
2032	151.425	135.701	15.724	85,60	150	180,03	180,03	65,95	245,98	281,99	390,00
2033	151.929	136.455	15.474	90,00	150	189,91	189,91	69,66	259,57	297,56	411,50
2034	152.383	137.161	15.222	90,00	150	190,48	190,48	69,96	260,44	298,54	412,82
2035	152.793	137.824	14.969	90,00	150	190,99	190,99	70,24	261,23	299,43	414,02
2036	153.155	138.441	14.714	90,00	150	191,44	191,44	70,49	261,94	300,23	415,09
2037	153.471	139.013	14.458	90,00	150	191,84	191,84	70,73	262,57	300,94	416,04
2038	153.742	139.539	14.203	90,00	150	192,18	192,18	70,94	263,12	301,56	416,86



Data	População Total (hab.)	População Urbana (hab.)	População Rural (hab.)	Índice Atend. (%)	Consumo Percapita (L/hab.dia)	Demanda Atual (L/s)	Q doméstico médio (L/s)	Infiltração (L/s)	Q média (L/s)	Q dia maior consumo c/ k1 - (L/s)	Q máxima c/ k1 e k2 (L/s)
2039	153.968	140.021	13.947	90,00	150	192,46	192,46	71,14	263,60	302,09	417,57
2040	154.151	140.460	13.691	90,00	150	192,69	192,69	71,31	264,00	302,54	418,15
2041	154.292	140.856	13.436	90,00	150	192,86	192,86	71,47	264,34	302,91	418,63
2042	154.389	141.208	13.181	90,00	150	192,99	192,99	71,61	264,59	303,19	418,98
2043	154.445	141.518	12.927	90,00	150	193,06	193,06	71,73	264,78	303,39	419,23
2044	154.460	141.785	12.675	90,00	150	193,07	193,07	71,82	264,90	303,51	419,36
2045	154.445	141.919	12.526	90,00	150	193,06	193,06	71,73	264,78	303,39	419,23
2046	154.435	142.012	12.423	90,00	150	193,04	193,04	71,91	264,95	303,56	419,38
2047	154.368	142.195	12.173	90,00	150	192,96	192,96	71,97	264,93	303,52	419,29
2048	154.260	142.337	11.923	90,00	150	192,83	192,83	72,01	264,83	303,40	419,09
2049	154.111	142.435	11.676	90,00	150	192,64	192,64	72,03	264,67	303,20	418,78



Data	População Total (hab.)	População Urbana (hab.)	População Rural (hab.)	Índice Atend. (%)	Consumo Percapita (L/hab.dia)	Demanda Atual (L/s)	Q doméstico médio (L/s)	Infiltração (L/s)	Q média (L/s)	Q dia maior consumo c/ k1 - (L/s)	Q máxima c/ k1 e k2 (L/s)
2050	153.921	142.490	11.431	90,00	150	192,40	192,40	72,04	264,44	302,92	418,36
2051	153.688	142.502	11.186	90,00	150	192,11	192,11	72,02	264,13	302,55	417,82
2052	153.413	142.469	10.944	90,00	150	191,77	191,77	71,99	263,75	302,11	417,17
2053	153.096	142.392	10.704	90,00	150	191,37	191,37	71,93	263,30	301,57	416,40
2054	152.734	142.269	10.465	90,00	150	190,92	190,92	71,85	262,77	300,95	415,51
2055	152.331	142.102	10.229	90,00	150	190,41	190,41	71,76	262,17	300,25	414,50
2056	152.178	141.970	10.208	90,00	150	190,22	190,22	71,78	262,00	300,05	414,18

Fonte: Enejota, 2019.

## **6 PARÂMETROS E CONDICIONANTES DE PROJETO**

### **6.1 ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS**

Para efeito de estimativa do porte das estações elevatórias que resultaram nas alternativas formuladas, foi adotada a vazão máxima horária e foi adicionada à vazão de infiltração da rede.

As alternativas formuladas são:

- EEE Tipo 1: 0,01 a 5,00 L/s;
- EEE Tipo 2: 5,01 a 15,00 L/s;
- EEE Tipo 3: 15,01 a 30,00 L/s;
- EEE Tipo 4: 65,00 L/s;
- EEE Tipo 5: acima de 200 L/s.

### **6.2 ESTAÇÕES DE TRATAMENTO**

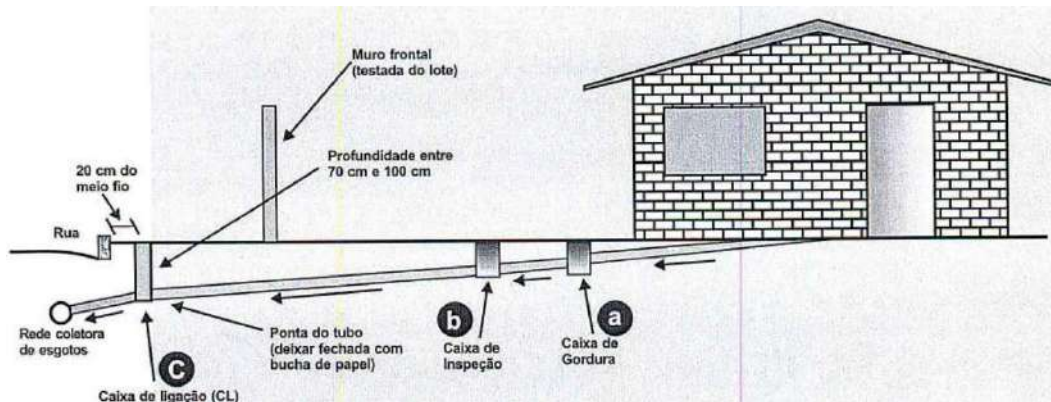
Para efeito de estimativa do porte das estações de tratamento de esgoto (ETE), foi adotada a vazão média, em virtude da capacidade de armazenamento do pico máximo, devido ao tempo de detenção utilizado no sistema de tratamento, e adicionada à vazão de infiltração da rede coletora.

### **6.3 REDE COLETORA**

#### **6.3.1 *Ligações***

As ligações prediais devem seguir aos padrões utilizados pela SAAEC, conforme instrução normativa. A Figura a seguir, apresenta um detalhe típico de padrão de ligação predial de esgoto.

**FIGURA 8. CROQUI DE LIGAÇÃO PREDIAL DE ESGOTO (ORIENTATIVO).**



Fonte: Enejota, 2019.

#### 6.4 CRITÉRIOS ADOTADOS PARA O DIMENSIONAMENTO DA REDE COLETORA

O dimensionamento hidráulico dos coletores de esgotos deve obedecer aos métodos comumente aplicados aos condutos livres, admitindo-se o regime permanente e uniforme de escoamento. As fórmulas aplicadas no cálculo hidráulico são as seguintes:

Fórmula de Manning:

$$V = \frac{1}{n} \times (R_H^{1/3} \times I^{1/2})$$

Sendo:

V : Velocidade (m/s);

n : coeficiente de rugosidade, admitido = 0,0013;

$R_H$  : raio hidráulico (m);

I : Declividade (m/m).

#### Tensão Trativa:

Para todos os trechos da rede foram verificadas as tensões trativas médias (T), não devendo a de início do plano ser inferior a 0,10 kg/m<sup>2</sup> ou 1,0 Pa, para garantir as condições de autolimpeza quanto à deposição sólida e evitar a geração de sulfetos. As tensões trativas médias (T), expressas em Pascal foram calculadas pela relação:

$$\sigma = \gamma \times R_H$$

Sendo:

$\sigma$  : Tensão trativa média (Pa);

$\gamma$  : Perímetro molhado (m);

$R_H$  : Raio hidráulico (m).

### **Declividade:**

Em algumas oportunidades, nas pontas das canalizações, o trecho fica sem esgoto. Esta realidade inviabiliza o cálculo para definir o comportamento da canalização com a vazão mínima. No nível de projeto, a fixação da declividade com essas vazões conduziria a valores exagerados, inaceitáveis.

Para possibilitar a fixação mais realista da declividade, admite-se que a quantidade mínima de esgoto a circular nas extremidades do sistema seja igual à contribuição de uma válvula de descarga de um vaso sanitário. Assim, a vazão para fixação da declividade mínima é igual a 1,50 L/s (ABNT, NBR 9649, 1986 e NBR 14486, 2000).

A declividade mínima de cada trecho, admissível para satisfazer a tensão trativa média igual a 1,0 Pa no início do plano (considerando menor valor de vazão para qualquer trecho da rede igual a 1,5 L/s), foi calculada pela seguinte expressão:

$$I_{min} = 0,0035 \times Q_i^{0,47} \text{ (conforme NBR 14486/2000)}$$

Sendo:

$I_{min}$  : Declividade mínima em m/m.

$Q_i$  : Vazão inicial em L/s

Já a declividade máxima foi limitada pela velocidade máxima de 5,0 m/s no final do plano.

### **Diâmetro Mínimo:**

A norma NBR 9649 (ABNT, 1986) admite o diâmetro de 100 mm como o mínimo a ser utilizado em redes coletoras de esgoto sanitário. Neste projeto o diâmetro dos coletores, dimensionados hidráulicamente, evoluem a partir de diâmetro de 150mm.



### **Lâminas D'água:**

As lâminas d'água foram calculadas admitindo-se o escoamento em regime uniforme e permanente, sendo o seu valor máximo, para a vazão final igual ou inferior a 75% do diâmetro do coletor.

Quando a velocidade final ( $V_f$ ) resultou superior à velocidade crítica, a maior lâmina admissível foi de 50% do diâmetro do coletor, de modo a assegurar a ventilação do trecho.

A velocidade crítica foi definida por:

$$V_c = 6 \times (g \times R_H)$$

Onde:

$V_c$  : Velocidade crítica;

$g$  : aceleração da gravidade;

$R_H$  : Raio Hidráulico.

### **Controle de Remanso:**

De modo a manter o gradiente hidráulico e evitar o remanso, para as vazões de final de plano, a cota da geratriz inferior de um tubo na saída de um Poço de Visita - PV, foi rebaixada para que a cota do nível d'água neste tubo fosse no máximo igual ao nível d'água mais baixo, verificado nas tubulações de entrada.

### **Recobrimento Mínimo:**

Salvo em condições especiais, o recobrimento mínimo da Rede Coletora foi:

- Valas sob passeio com guias ou meio-fio definido = 0,70m;
- Valas sob passeio sem guias ou meio-fio definido = 0,90m;
- Valas sob via pavimentada definido por guias, meio-fio e sarjetas = 1,00m;
- Valas sob via de terra ou com greide indefinido = 1,20m.

A profundidade do órgão acessório foi definido de acordo com o recobrimento mínimo exigido, da interligação com a tubulação da rede e das condições da declividade do terreno.

### **Declividade Mínima Construtiva:**

Representa o valor mínimo de declividade que pode ser executado com precisão pelos métodos construtivos usuais. Adotou-se 0,0030 m/m, ou seja, acima da declividade mínima recomendada pela norma NBR 9814 (ABNT, 1987) (0,0010 m/m). Mantendo sempre a declividade mínima admissível para satisfazer a tensão trativa média, em início de plano superior a 0,10 kg/m<sup>2</sup> para rede coletora e coletores tronco e 0,15 kg/m<sup>2</sup> para interceptores e emissários.

#### **6.4.1 Emissários por Gravidade**

Foram utilizados os mesmos Critérios e Parâmetros da Rede Coletora naquilo que se aplica.

#### **6.4.2 Material das Tubulações de Interceptores e Emissários**

O material das tubulações a serem utilizadas nos Interceptores e Emissários por gravidade é:

- PVC/JE Vinilfort ou similar até DN 400 mm;
- Concreto acima de DN 400 mm;
- Ferro Fundido em trechos de travessias.

#### **6.4.3 Poços de Visita para Interceptores e Emissários**

Os Poços de Visita para Interceptores e Emissários por gravidade serão:

- Para Tubulações com diâmetro até 600mm:
  - Diâmetro mínimo do PV = 1,20m;
  - Em aduela de concreto armado;
  - Distância máxima entre PV = 80,0 m.
- Para Tubulações com diâmetro maior que 600 mm:
  - PV com a parte inferior em concreto com no mínimo 1,20m x 1,20m interno e chaminé em aduela com diâmetro de 1,20m.

Em desníveis maiores que 0,50m devem ser projetados PV especiais, com dissipadores de energia.

No concreto deve ser utilizado cimento resistente a sulfato e fck  $\geq$  40 Mpa (ABNT, NBR 6118, 2014).

A armadura deve ter recobrimento interno mínimo de 20 mm e externo de no mínimo 15 mm (ABNT, NBR 16085, 2012 e ABNT, NBR 8890, 2007).

## 6.5 ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS DE ESGOTO BRUTO E LINHAS DE RECALQUE

Para as Estações Elevatórias de Esgoto Bruto os critérios e parâmetros utilizados estão apresentados a seguir.

### 6.5.1 Cálculo do Volume do Poço de Sucção

A utilização de bombas de velocidade variável requer um volume útil menor tendo em vista a acomodação do bombeamento às vazões de chegada. Para recalque à vazão constante o volume do poço úmido foi calculado com maiores proporções para evitar partidas muito frequentes de bombeamento. Apesar disso, a segunda hipótese é mais corriqueira em função da simplificação na operação, principalmente em pequenas EEE. Para motores inferiores a 20 CV o tempo entre duas partidas consecutivas (ciclo) foi calculado superior a 10 (dez) minutos. Em qualquer situação não foram previstas mais que quatro partidas por hora para evitar fadiga nas partes elétricas das instalações. Por outro lado, períodos de detenção superiores a 30 (trinta) minutos (ABNT, NBR 12208, 1992) não são recomendáveis, pois, períodos assim originariam sedimentações e condições sépticas indesejáveis. Tendo em vista o exposto adotou-se 10 (dez) minutos como período de ciclo, quando a vazão afluyente corresponder à média de projeto.

Assim, o “Volume Útil” do poço úmido é determinado pela expressão:

$$V_u = \frac{(Q_b \times T)}{4}$$

Sendo:

$V_u$  : Volume útil;

$Q_b$  : vazão do conjunto motobomba;

$T$  : período de ciclo de bombeamento.

O “Volume Efetivo” é determinado pela expressão:

$$V_e = t_d \times Q_{min}$$

Sendo:

$V_e$  : Volume útil;

$t_d$  : tempo de detenção no poço;

$Q_{min}$  : vazão mínima afluyente no início da operação. A vazão mínima, quando escolhida dentro do início do horizonte de projeto, representa uma grandeza tão pequena que inviabiliza o cálculo para determinar o volume máximo do poço. A posição mais pragmática e ajustada à realidade admite assumir que a vazão mínima corresponderá a 25% da vazão média de projeto ( $k_3$ ), excluindo a vazão correspondente à infiltração de água (CRESPO, 2001).

Em todas as elevatórias foi prevista a implantação de agitador de fundo (mixer).

### **6.5.2 Dimensões Úteis**

Determinado o volume útil, parte-se para a definição de sua forma geométrica, ou seja, altura, largura e comprimento, observando-se, de um modo geral, as orientações a seguir descritas.

**Altura** - É dada em função do nível da extravasão (em torno de 30 centímetros acima) ou do nível máximo de alarme (aproximadamente 15 centímetros acima) e, dependendo do volume útil calculado, das dimensões então definidas, da natureza da elevatória, das características das bombas selecionadas, a faixa de operação deve ficar entre 0,5 e 1,6 metros;

**Largura** - Depende do distanciamento das sucções entre si e das paredes ou no caso de bombas submersas, das condições hidráulicas da sucção e da disposição física em relação às outras unidades da elevatória;

**Comprimento** - Suficiente para instalação adequada dos conjuntos elevatórios com as folgas necessárias para montagem e inspeção.

### **6.5.3 Sistema de Redução de Danos**

O Sistema de redução de danos para o conjunto elevatório, devido a materiais transportados no esgoto será composto pelo sistema de gradeamento, através de

cesto removível. A remoção dos sólidos decantáveis, essencialmente areia, está proposta para ser realizada na caixa de areia na entrada de cada ETE.

#### **6.5.4 Grupo Gerador**

Está prevista a implantação de Grupo Gerador em todas as estações elevatórias.

#### **6.5.5 Linhas de Recalque e Potência Consumida**

O dimensionamento econômico de instalações de recalque foi feito através da fórmula de Bresse ( $D=k_1 \cdot Q^{1/2}$ ), pois o sistema funciona durante 24 horas/dia, com Q em m<sup>3</sup>/s. A potência “P” consumida pelo conjunto motobomba (potência de entrada) expressa em CV é dada pela expressão:

$$P = \frac{\gamma \cdot Q_b \cdot H}{75 \cdot \eta_b \cdot \eta_m}$$

Onde:

P : Potência;

$\eta_b$ ·  $\eta_m$ : Rendimento “ $\eta$ ” do conjunto;

Y : Peso específico da água;

$Q_b$  : Vazão da Bomba em m<sup>3</sup>/s;

H : Altura manométrica em m.

Para determinação da perda de carga nas tubulações de sucção e recalque, utilizou-se a fórmula de Hazen-Williams, sem dúvida, a fórmula prática mais empregada pelos calculistas para condutos sob pressão desde 1920, principalmente em pré-dimensionamentos. Com resultados bastante razoáveis para diâmetros de 50 a 3500 mm, é equacionada da seguinte forma:

$$J = 10,643 \cdot C^{-1,85} \cdot D^{-4,87} \cdot Q^{1,85}$$

Onde:

C : Coeficiente de rugosidade do tubo;

D : Diâmetro da tubulação;

Q : Vazão em m<sup>3</sup>/s.

Foi adotado coeficiente de rugosidade (“C” de Hazen Williams) C=100 em razão da recomendação constante no WPCF – Water Pollution Control Federation (2012, Chap. 5, Item E, Table XVI).

Foram adotadas de acordo com a norma NBR 12208 (ABNT, 1992), os seguintes limites de velocidade:

- Na sucção: 0,6 – 1,5 m/s;
- No recalque: 0,6 – 3,0 m/s.

Foi adotado como material das Linhas de Recalque o PEAD.

## **6.6 DESCRIÇÃO GERAL DA CONCEPÇÃO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO**

No município do Crato o Sistema de Esgotamento Sanitário (SES) atende 32,79% da população com rede coletora e 2,67% com rede coletora e tratamento de efluentes. Os efluentes gerados no restante do município, na maioria dos casos, são dispostos em sistemas individuais compostos por fossas ou em valas a céu aberto e na rede de drenagem de águas pluviais.

Após análise do Relatório da Situação Operacional e dos Estudos de Demanda e de caracterização do município e com base nas premissas estabelecidas para desenvolvimento do projeto foi possível definir a concepção básica do sistema de esgotamento do município do Crato.

O SES será composto por dois sistemas principais (ETE Granjeiro e ETE Petrobrás) composto por 12 Subsistemas cada e três sistemas isolados (Conjunto Habitacional São Bento, Distrito Ponta da Serra e Distrito Dom Quintino), totalizando 29 Subsistemas, conforme apresentado nos Anexos 3 a 5 deste relatório.

A concepção prevê que para universalização dos serviços serão necessários 355.438 metros de redes coletoras e interceptores, 22 Estações Elevatórias de Esgoto (EE) / linha de recalque, 6 Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) e 1.530 metros de emissários (ver Anexo 6 - “Fluxograma do Sistema de Esgotamento Proposto”).

A grande distância entre a zona urbana do município do Crato e alguns locais da zona rural do município inviabilizaram a interligação dos mesmos com os sistemas projetados, sendo assim, esses locais deverão ser atendidos com sistemas individuais compostos por fossas sépticas.

Nessa abordagem a previsão geral da vazão do esgoto gerado na zona urbana ao longo do horizonte de projeto do SES do município do Crato resultou na Tabela apresentada a seguir:

**TABELA 8 RESUMO DOS SUBSISTEMAS DO MUNICÍPIO DO CRATO.**

Subsistema	Extensão de rede coletora projetada 2056 (m)	População		Vazão de infiltração até 2055 (L/s)	Vazão (com infiltração)			
		2019 (hab.)	Máxima até 2056 (hab.)		Vazão média 2019 (L/s)	Vazão média até 2056 (L/s)	Máxima Horária em 2019 (L/s)	Máxima Horária até 2056 (L/s)
SS-01	246	95	106	0,05	0,17	0,18	0,26	0,29
SS-02	1.341	519	577	0,27	0,92	0,99	1,44	1,57
SS-03	121.416	47.447	52.224	24,28	83,59	89,56	131,04	141,79
SS-04	10.177	3.941	4.378	2,05	6,98	7,52	10,92	11,90
SS-05	11.989	4.643	5.157	2,41	8,22	8,86	12,86	14,02
SS-06	22.536	8.727	9.693	4,54	15,45	16,65	24,17	26,35
SS-07	3.078	1.192	1.324	0,62	2,11	2,27	3,30	3,60
SS-08	25.034	9.695	10.768	5,04	17,16	18,50	26,85	29,27
SS-09	6.013	2.329	2.586	1,21	4,12	4,44	6,45	7,03
SS-10	7.579	2.935	3.260	1,53	5,19	5,60	8,13	8,86
SS-11	6.356	2.462	2.734	1,28	4,36	4,70	6,82	7,43
SS-12	2.471	957	1.063	0,50	1,69	1,83	2,65	2,89
SS-13	2.368	917	1.019	0,48	1,62	1,75	2,54	2,77
SS-14	39.315	15.226	16.910	7,91	26,95	29,05	42,17	45,96
SS-15	4.469	1.731	1.922	0,90	3,06	3,30	4,79	5,22
SS-16	2.610	1.011	1.123	0,53	1,79	1,93	2,80	3,05
SS-17	424	164	183	0,09	0,29	0,31	0,46	0,50
SS-18	1.386	537	596	0,28	0,95	1,02	1,49	1,62
SS-19	1.203	466	517	0,24	0,82	0,89	1,29	1,41
SS-20	4.470	1.731	1.923	0,90	3,06	3,30	4,79	5,23
SS-21 (São Bento)	4.490	2.426	3.507	0,90	3,93	5,28	6,36	8,79
SS-22	11.291	4.373	4.857	2,27	7,74	8,34	12,11	13,20
SS-23	41.000	15.878	17.635	8,25	28,10	30,30	43,98	47,93
SS-24	7.977	3.089	3.431	1,61	5,47	5,89	8,56	9,33
SS-25	3.144	1.218	1.352	0,63	2,15	2,32	3,37	3,68
SS-26 a 28 (Ponta da Serra)	7.212	3.102	3.387	1,44	5,32	5,32	8,42	9,06
SS-29 (Dom Quintino)	4.747	2.042	2.230	0,95	3,50	3,74	5,54	5,97

Fonte: Enejota, 2019.



### **6.6.1 Arranjo Geral do Sistema de Afastamento e Tratamento Projetado**

Foi elaborada uma planta geral do Sistema de Esgotamento Sanitário do município do Crato e após as visitas de campo realizadas, quando da elaboração do diagnóstico, foram verificados e consolidados os melhores traçados para o caminhamento de interceptores / emissários e linhas de recalque bem como selecionadas as áreas destinadas à instalação das estações elevatórias de esgoto e estação de tratamento de esgoto.

Os Anexos 3 a 5 contém todo o arranjo do sistema projetado, inclusive as bacias de contribuição, com os pontos de lançamento de esgoto bruto, com destaque para a localização dos Emissários, Linhas de Recalque, Estações Elevatórias e a localização das Estações de Tratamento.

## **6.7 REDE COLETORA**

### **6.7.1 Descritivo Técnico**

No município do Crato o Sistema de Esgotamento Sanitário (SES) atende 32,79% da população com rede coletora e 2,67% da população com rede coletora e tratamento de efluentes.

Atualmente o SES do município do Crato possui extensão total de 103.027 metros de rede e até o ano de 2033 deverá ter 355.438 metros.

O SES do município do Crato possui atualmente 10.634 ligações ativas sendo que, no final de plano deverá atender até 40.284 ligações.

Para definição da extensão total da rede coletora foi utilizado como base o projeto básico desenvolvido pela empresa Acquatoool em 2010 e foi feito um traçado complementar nas áreas de expansão não contempladas no projeto.

Os quadros a seguir sintetizam as informações das redes coletoras propostas.

**TABELA 9. RESUMO DO DESCRITIVO TÉCNICO DA REDE COLETORA ZONA URBANA.**

Existente	Extensão de Rede Coletora (m)			Número de ligações totais (unid.)
	Em implantação ou a implantar	Projetada	Total	
103.027	0	252.411	355.438	40.284

Fonte: Enejota, 2019.

O projeto contempla a zona urbana e os locais mais adensados na zona rural. A população mais afastada dos locais mais adensados deverá ser atendida por sistemas individuais de esgotamento.

Foi considerada a substituição de 1% da rede coletora existente, anualmente, durante todo o horizonte do projeto (35 anos), em função da existência de tubulações danificadas ou com materiais e diâmetros em desconformidade com as normas vigentes, principalmente as redes mais antigas da região central, e da necessidade da implantação de redes de reforço, principalmente nos pontos em que a rede projetada será interligada a rede existente. Para o município do Crato considerou-se a substituição de 36.095 metros de rede.

## **6.8 EMISSÁRIOS**

Os Emissários necessários à coleta e afastamento dos efluentes gerados nas bacias de contribuição devem ser dimensionados de acordo com o Item **6.4.1**

No presente estudo, de posse da topografia e das informações fornecidas pela SAAEC, os interceptores foram dimensionados, e ajustados às novas particularidades.

Visando a universalização do sistema de esgotamento sanitário do município do Crato, será necessário implantar quatro novos emissários. O emissário da ETE Granjeiro deverá ser executado em tubo de concreto DN 600 mm e 340 metros de extensão, o emissário da ETE Petrobrás deverá ser executado em tubo de concreto DN 500 mm e 300 metros de extensão, o emissário da ETE Dom Quintino deverá ser executado em tudo de PVC OCRE DN 150 mm e 150 metros de extensão e o emissário da ETE Ponta da Serra deverá ser executado em tudo de PVC OCRE DN 150 mm e 530 metros de extensão.

## **6.9 ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS DE ESGOTO**

### **6.9.1 Características Gerais**

Todas as vezes que não for possível o escoamento dos esgotos pela ação da gravidade será necessário a instalação de Estações Elevatórias de Esgoto (EEE).

A elevação do esgoto pode ocorrer quando:

- A profundidade do coletor é superior ao valor limite do projeto;
- Existe necessidade de a rede coletora transpor obstáculos naturais ou artificiais;
- O esgoto coletado tem de passar de uma bacia para outra;
- O terreno não apresenta condição satisfatória para assentamento da rede coletora (áreas alagadas, rochas, etc.);
- Necessidade de elevação do esgoto coletado para unidade em cota mais elevada, como na chegada da estação de tratamento de esgoto ou na unidade de destino final.

A concepção proposta do sistema de esgotamento sanitário do município do Crato prevê o atendimento satisfatório do município. Foram concebidos 25 Subsistemas esgotados, conforme definido pela topografia do município e conforme visita a campo realizada em agosto de 2019, atendendo as zonas residenciais, comerciais e industriais existentes e futuras. A natureza das áreas de expansão do município é principalmente zonas residenciais, e o padrão de ocupação atual tende a manter-se no futuro.

Portanto, no município do Crato dos 25 Subsistemas esgotados, 20 necessitam da implantação de estações elevatórias de esgoto. Não existem elevatórias no sistema de esgotamento existente.

Para as elevatórias com vazão de até 5,0 L/s (tipo 01) foi considerada uma unidade compacta, pré-fabricada com poços em material sintético, sistema de gradeamento para remoção de sólidos, bomba submersível, bomba submersível reserva e gerador de energia. Este tipo de estação elevatória foi escolhida em função de sua eficiência, rapidez e baixo custo de implantação.

Para as elevatórias com vazão entre 5,01 L/s e 65,00 L/s (tipos 2 a 4) foi considerado o mesmo padrão com poço de sucção em alvenaria estrutural sistema de gradeamento para remoção de sólidos, bomba submersível, bomba submersível reserva e gerador de energia.

Para elevatórias com vazão maior que 200 L/s (tipo 5) foi considerado o mesmo padrão com poço de sucção em alvenaria estrutural sistema de gradeamento para remoção de sólidos, três bombas submersíveis, duas bombas submersíveis reservas e gerador de energia.

Foram previstas elevatórias com bombas submersíveis, pois apresentam maior eficiência, menor área de implantação e menor custo execução e operação.

Os Anexos 7 a 11 contém os detalhes das unidades consideradas no projeto de engenharia.

A seguir são descritas todas as elevatórias que deverão compor o sistema de esgotamento do município do Crato.

### **6.9.2 Estação Elevatória de Esgoto Bruto EE 01**

O Subsistema 01 não poderá ser esgotado por gravidade, sendo assim, será necessária a implantação de uma Estação Elevatória de Esgoto Bruto – EE 01.

A EE 01, localizada nas proximidades da Avenida Orestes Costa no Bairro Franca Alencar, irá recalcar para o Subsistema 02, através da Linha de Recalque. A área de contribuição da EE 01 é o Subsistema 01, como pode ser observado no Anexo 3

Considerou-se que a bomba será dimensionada para a vazão máxima até 2056 (de acordo com a previsão populacional), sendo assim dimensionou-se o equipamento para uma vazão de 0,29 L/s (ponto de funcionamento do conjunto motobomba). Os componentes físicos como gradeamento e o poço de sucção foram dimensionados para atender a população máxima no horizonte de projeto.

Os tipos de Estações Elevatórias de Esgoto foram determinados de acordo com o **item 6.1** e demonstradas nos Anexos 7 a 11 deste relatório.

As características da estação elevatória em questão são as seguintes:

**TABELA 10. CARACTERÍSTICAS EE 01.**

Vazão (L/s)	<b>0,29</b>
Tipo de EE	<b>Tipo 1</b>
Comprimento Linha de Recalque (m)	<b>356</b>
Diâmetro da Linha de Recalque (mm)	<b>80</b>

*Fonte: Enejota, 2019.*

É recomendável que o tempo de detenção médio seja o menor possível, não ultrapassando 30 (trinta) minutos, para que não haja a sedimentação do efluente podendo trazer transtornos a operação da EE e também a população ao entorno.

Na elevatória em questão, serão instaladas duas bombas que funcionarão em regime alternado (uma bomba em funcionamento e uma bomba reserva). Caso uma

das bombas apresente problemas mecânicos a bomba em funcionamento funcionará em regime permanente até que seja realizado o reparo.

O sistema de gradeamento será composto por um cesto coletor em aço inox de chapa perfurada.

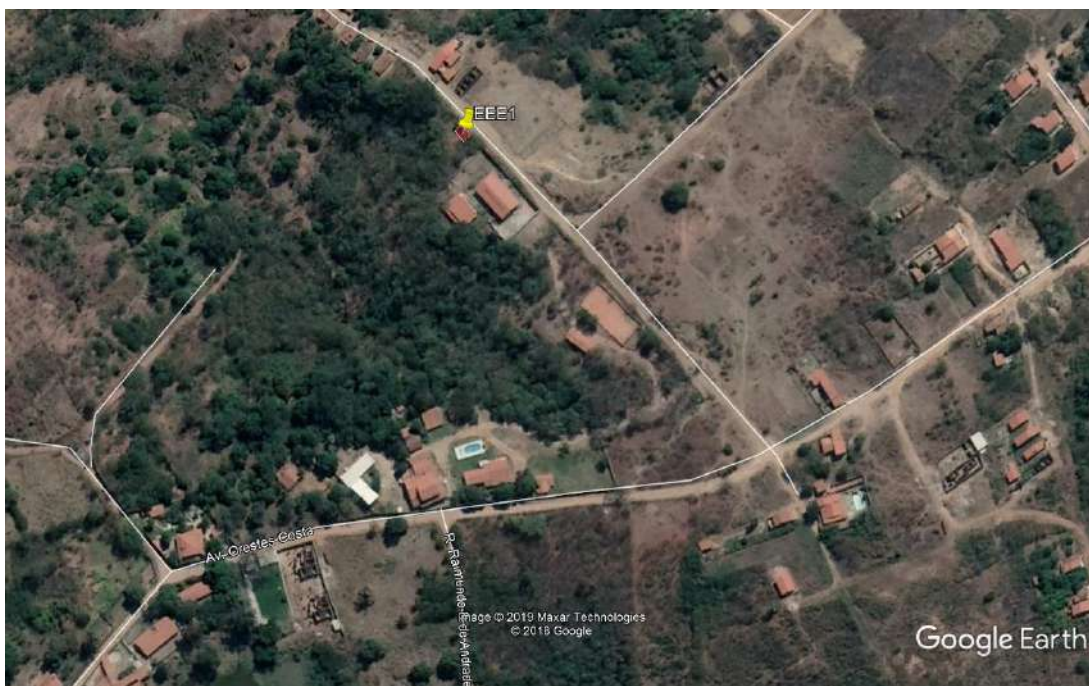
Lembramos que o conjunto em operação possuirá equipamento variador de rotação, entretanto, no dimensionamento do poço de sucção considerou-se equipamentos de rotação constante, a favor da segurança e prevendo possível ampliação dos equipamentos desta elevatória.

Serão necessárias instalações de automação, equipamento de inversor de frequência e inclusão de gerador de energia, evitando a interrupção do sistema de abastecimento.

#### **6.9.2.1 Área de Desapropriação**

Para implantação da EE 01 será necessário desapropriar uma área de aproximadamente 50 m<sup>2</sup> nas proximidades da Avenida Orestes Costa, coordenadas 7°14'27.93"S e 39°26'34.56"O, conforme imagem com a localização apresentada a seguir:

**FIGURA 9. LOCALIZAÇÃO DA EE 01.**



Fonte: Adaptado Google Earth®, 2019.

### **6.9.3 Estação Elevatória de Esgoto Bruto EE 02**

O Subsistema 02 não poderá ser esgotado por gravidade, sendo assim, será necessária a implantação de uma Estação Elevatória de Esgoto Bruto – EE 02.

A EE 02, localizada nas proximidades da Avenida José Horácio Pequeno no Bairro Franca Alencar, irá recalcar para o Subsistema 03, através da Linha de Recalque. A área de contribuição da EE 02 é a Área do Subsistema 02 e Subsistemas contribuintes, como pode ser observado no Anexo 3.

Considerou-se que a bomba será dimensionada para a vazão máxima até 2056 (de acordo com a previsão populacional), sendo assim dimensionou-se o equipamento para uma vazão de 1,85 L/s (ponto de funcionamento do conjunto motobomba). Os componentes físicos como gradeamento e o poço de sucção foram dimensionados para atender a população máxima no horizonte de projeto.

Os tipos de Estações Elevatórias de Esgoto foram determinados de acordo com o **item 6.1** e demonstradas nos Anexos 7 a 11 deste relatório.

As características da estação elevatória em questão são as seguintes:

**TABELA 11. CARACTERÍSTICAS EE 02.**

Vazão (L/s)	<b>1,85</b>
Tipo de EE	<b>Tipo 1</b>
Comprimento Linha de Recalque (m)	<b>324</b>
Diâmetro da Linha de Recalque (mm)	<b>80</b>

*Fonte: Enejota, 2019.*

É recomendável que o tempo de detenção médio seja o menor possível, não ultrapassando 30 (trinta) minutos, para que não haja a sedimentação do efluente podendo trazer transtornos a operação da EE e também a população ao entorno.

Na elevatória em questão, serão instaladas duas bombas que funcionarão em regime alternado (uma bomba em funcionamento e uma bomba reserva). Caso uma das bombas apresente problemas mecânicos a bomba em funcionamento funcionará em regime permanente até que seja realizado o reparo.

O sistema de gradeamento será composto por um cesto coletor em aço inox de chapa perfurada.

Lembramos que o conjunto em operação possuirá equipamento variador de rotação, entretanto, no dimensionamento do poço de sucção considerou-se equipamentos de rotação constante, a favor da segurança e prevendo possível ampliação dos equipamentos desta elevatória.

Serão necessárias instalações de automação, equipamento de inversor de frequência e inclusão de gerador de energia, evitando a interrupção do sistema de abastecimento.

#### **6.9.3.1 Área de Desapropriação**

Para implantação da EE 02 será necessário desapropriar uma área de aproximadamente 50 m<sup>2</sup> nas proximidades da Avenida José Horácio Pequeno, com coordenadas 7°14'33.21"S e 39°26'5.81"O, conforme imagem com a localização apresentada a seguir:

**FIGURA 10. LOCALIZAÇÃO DA EE 02.**



Fonte: Adaptado Google Earth®, 2019.

#### **6.9.4 Estação Elevatória de Esgoto Bruto EE 03**

O Subsistema 03 não poderá ser esgotado por gravidade, sendo assim, será necessária a implantação de uma Estação Elevatória de Esgoto Bruto – EE 03.

A EE 03, localizada nas proximidades da Avenida José Alves de Figueiredo no Bairro Vila Alta, irá recalcar para o Subsistema 06, através da Linha de Recalque. A área de contribuição da EE 03 é a Área do Subsistema 03, como pode ser observado no Anexo 3.

Considerou-se que a bomba será dimensionada para a vazão máxima até 2056 (de acordo com a previsão populacional), sendo assim dimensionou-se o equipamento para uma vazão de 202,87 L/s (ponto de funcionamento do conjunto motobomba). Os componentes físicos como gradeamento e o poço de sucção foram dimensionados para atender a população máxima no horizonte de projeto.

Os tipos de Estações Elevatórias de Esgoto foram determinados de acordo com o **item 6.1** e demonstradas nos Anexos 7 a 11 deste relatório.

As características da estação elevatória em questão são as seguintes:

**TABELA 12. CARACTERÍSTICAS EE 03.**

Vazão (L/s)	<b>202,87</b>
Tipo de EE	<b>Tipo 5</b>
Comprimento Linha de Recalque (m)	<b>250</b>
Diâmetro Linha de Recalque (mm)	<b>450</b>

*Fonte: Enejota, 2019.*

É recomendável que o tempo de detenção médio seja o menor possível, não ultrapassando 30 (trinta) minutos, para que não haja a sedimentação do efluente podendo trazer transtornos a operação da EE e também a população ao entorno.

Na elevatória em questão, serão instaladas duas bombas que funcionarão em regime alternado (uma bomba em funcionamento e uma bomba reserva). Caso uma das bombas apresente problemas mecânicos a bomba em funcionamento funcionará em regime permanente até que seja realizado o reparo.

O sistema de gradeamento será composto por um cesto coletor em aço inox de chapa perfurada.



Lembramos que o conjunto em operação possuirá equipamento variador de rotação, entretanto, no dimensionamento do poço de sucção considerou-se equipamentos de rotação constante, a favor da segurança e prevendo possível ampliação dos equipamentos desta elevatória.

Serão necessárias instalações de automação, equipamento de inversor de frequência e inclusão de gerador de energia, evitando a interrupção do sistema de abastecimento.

#### **6.9.4.1 Área de Desapropriação**

Para implantação da EE 03 não será necessário desapropriar nenhuma área e deverá ser utilizada a área da ETE Seminário que deverá ser desativada, conforme imagem com a localização apresentada a seguir:

**FIGURA 11. LOCALIZAÇÃO DA EE 03.**



Fonte: Adaptado Google Earth®, 2019.

### **6.9.5 Estação Elevatória de Esgoto Bruto EE 04**

O Subsistema 04 não poderá ser esgotado por gravidade, sendo assim, será necessária a implantação de uma Estação Elevatória de Esgoto Bruto – EE 04.

A EE 04, localizada Avenida Joaquim Pinheiro Bezerra de Menezes no Bairro Gisélia Pinheiro, irá recalcar para o Subsistema 06, através da Linha de Recalque. A área de contribuição da EE 04 é a Área do Subsistema 04 e Subsistemas contribuintes, como pode ser observado no Anexo 3.

Considerou-se que a bomba será dimensionada para a vazão máxima até 2056 (de acordo com a previsão populacional), sendo assim dimensionou-se o equipamento para uma vazão de 11,89 L/s (ponto de funcionamento do conjunto motobomba). Os componentes físicos como gradeamento e o poço de sucção foram dimensionados para atender a população máxima no horizonte de projeto.

Os tipos de Estações Elevatórias de Esgoto foram determinados de acordo com o **item 6.1** e demonstradas nos Anexos 7 a 11 deste relatório.

As características da estação elevatória em questão são as seguintes:

**TABELA 13. CARACTERÍSTICAS EE 04.**

Vazão (L/s)	<b>11,89</b>
Tipo de EE	<b>Tipo 2</b>
Comprimento Linha de Recalque (m)	<b>402</b>
Diâmetro Linha de Recalque (mm)	<b>100</b>

*Fonte: Enejota, 2019.*

É recomendável que o tempo de detenção médio seja o menor possível, não ultrapassando 30 (trinta) minutos, para que não haja a sedimentação do efluente podendo trazer transtornos a operação da EE e também a população ao entorno.

Na elevatória em questão, serão instaladas duas bombas que funcionarão em regime alternado (uma bomba em funcionamento e uma bomba reserva). Caso uma das bombas apresente problemas mecânicos a bomba em funcionamento funcionará em regime permanente até que seja realizado o reparo.

O sistema de gradeamento será composto por um cesto coletor em aço inox de chapa perfurada.

Lembramos que o conjunto em operação possuirá equipamento variador de rotação, entretanto, no dimensionamento do poço de sucção considerou-se equipamentos de rotação constante, a favor da segurança e prevendo possível ampliação dos equipamentos desta elevatória.

Serão necessárias instalações de automação, equipamento de inversor de frequência e inclusão de gerador de energia, evitando a interrupção do sistema de abastecimento.

#### **6.9.5.1 Área de Desapropriação**

Para implantação da EE 04 será necessário desapropriar uma área de aproximadamente 180 m<sup>2</sup> na Avenida Joaquim Pinheiro Bezerra de Menezes, com coordenadas 7°13'28.24"S e 39°25'23.70"O, conforme imagem com a localização apresentada a seguir:

**FIGURA 12. LOCALIZAÇÃO DA EE 04.**



Fonte: Adaptado Google Earth®, 2019.

### **6.9.6 Estação Elevatória de Esgoto Bruto EE 05**

O Subsistema 05 não poderá ser esgotado por gravidade, sendo assim, será necessária a implantação de uma Estação Elevatória de Esgoto Bruto – EE 05.

A EE 05, localizada na Avenida Joaquim Pinheiro Bezerra de Menezes no Bairro Cacimbas, irá recalcar para o Subsistema 06, através da Linha de Recalque. A área de contribuição da EE 05 é a Área do Subsistema 05 e subsistemas contribuintes, como pode ser observado no Anexo 3.

Considerou-se que a bomba será dimensionada para a vazão máxima até 2056 (de acordo com a previsão populacional), sendo assim dimensionou-se o equipamento para uma vazão de 14,00 L/s (ponto de funcionamento do conjunto motobomba). Os componentes físicos como gradeamento e o poço de sucção foram dimensionados para atender a população máxima no horizonte de projeto.

Os tipos de Estações Elevatórias de Esgoto foram determinados de acordo com o **item 6.1** e demonstradas nos Anexos 9 a 11 deste relatório.

As características da estação elevatória em questão são as seguintes:

**TABELA 14. CARACTERÍSTICAS EE 05.**

Vazão (L/s)	<b>14,00</b>
Tipo de EE	<b>Tipo 02</b>
Comprimento Linha de Recalque (m)	<b>266</b>
Diâmetro Linha de Recalque (mm)	<b>100</b>

*Fonte: Enejota, 2019.*

É recomendável que o tempo de detenção médio seja o menor possível, não ultrapassando 30 (trinta) minutos, para que não haja a sedimentação do efluente podendo trazer transtornos a operação da EE e também a população ao entorno.

Na elevatória em questão, serão instaladas duas bombas que funcionarão em regime alternado (uma bomba em funcionamento e uma bomba reserva). Caso uma das bombas apresente problemas mecânicos a bomba em funcionamento funcionará em regime permanente até que seja realizado o reparo.

O sistema de gradeamento será composto por um cesto coletor em aço inox de chapa perfurada.

Lembramos que o conjunto em operação possuirá equipamento variador de rotação, entretanto, no dimensionamento do poço de sucção considerou-se equipamentos de rotação constante, a favor da segurança e prevendo possível ampliação dos equipamentos desta elevatória.

Serão necessárias instalações de automação, equipamento de inversor de frequência e inclusão de gerador de energia, evitando a interrupção do sistema de abastecimento.

#### **6.9.6.1 Área de Desapropriação**

Para implantação da EE 05 será necessário desapropriar uma área de aproximadamente 180 m<sup>2</sup> na Avenida Joaquim Pinheiro Bezerra de Menezes, com coordenadas 7°13'29.20"S e 39°25'14.12"O, conforme imagem com a localização apresentada a seguir:

**FIGURA 13. LOCALIZAÇÃO DA EE 05.**



Fonte: Adaptado Google Earth®, 2019.

### **6.9.7 Estação Elevatória de Esgoto Bruto EE 06**

O Subsistema 06 não poderá ser esgotado por gravidade, sendo assim, será necessária a implantação de uma Estação Elevatória de Esgoto Bruto – EE 06.

A EE 06, localizada nas proximidades da Rua José Francisco Teixeira no Bairro Parque Recreio, irá recalcar para a ETE Granjeiro, através da Linha de Recalque. A área de contribuição da EE 06 é a Área do Subsistema 06 que concentra toda a vazão do Sistema ETE Granjeiro, como pode ser observado no Anexo 3.

Considerou-se que a bomba será dimensionada para a vazão máxima até 2056 (de acordo com a previsão populacional), sendo assim dimensionou-se o equipamento para uma vazão de 255,07 L/s (ponto de funcionamento do conjunto motobomba). Os componentes físicos como gradeamento e o poço de sucção foram dimensionados para atender a população máxima no horizonte de projeto.

Os tipos de Estações Elevatórias de Esgoto foram determinados de acordo com o **item 6.1** e demonstradas nos Anexos 7 a 11 deste relatório.

As características da estação elevatória em questão são as seguintes:

**TABELA 15. CARACTERÍSTICAS EE 06.**

Vazão (L/s)	<b>255,07</b>
Tipo de EE	<b>Tipo 5</b>
Comprimento Linha de Recalque (m)	<b>500</b>
Diâmetro Linha de Recalque (mm)	<b>254</b>

*Fonte: Enejota, 2019.*

É recomendável que o tempo de detenção médio seja o menor possível, não ultrapassando 30 (trinta) minutos, para que não haja a sedimentação do efluente podendo trazer transtornos a operação da EE e também a população ao entorno.

Na elevatória em questão, serão instaladas duas bombas que funcionarão em regime alternado (uma bomba em funcionamento e uma bomba reserva). Caso uma das bombas apresente problemas mecânicos a bomba em funcionamento funcionará em regime permanente até que seja realizado o reparo.

O sistema de gradeamento será composto por um cesto coletor em aço inox de chapa perfurada.

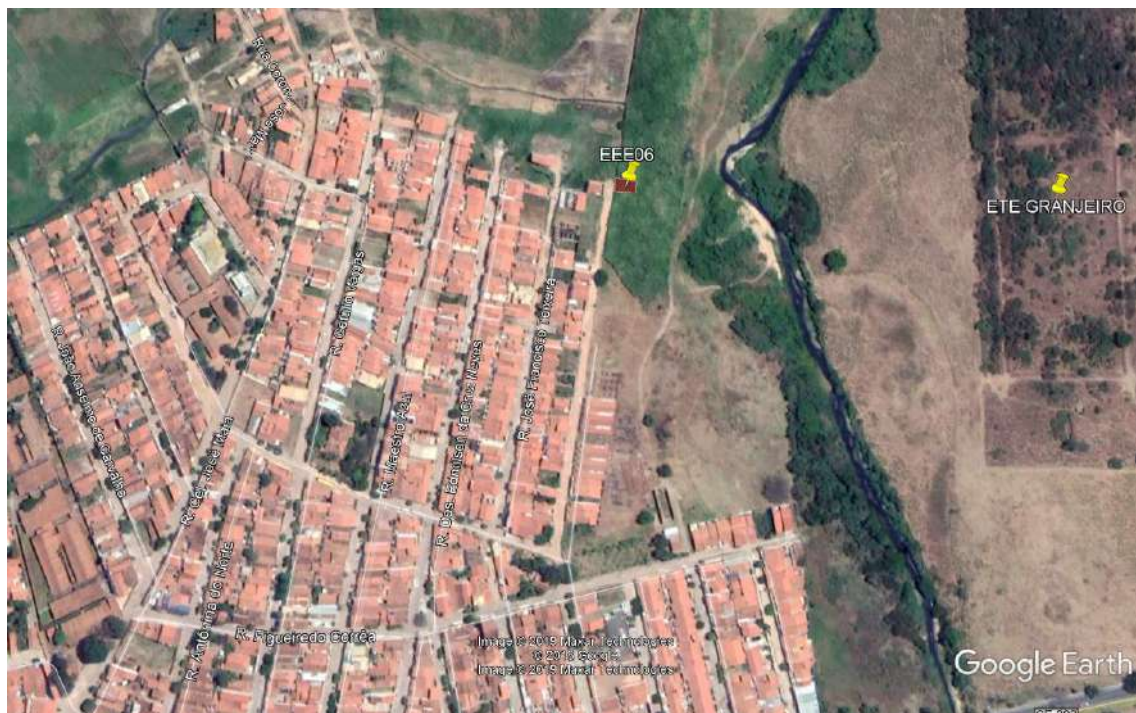
Lembramos que o conjunto em operação possuirá equipamento variador de rotação, entretanto, no dimensionamento do poço de sucção considerou-se equipamentos de rotação constante, a favor da segurança e prevendo possível ampliação dos equipamentos desta elevatória.

Serão necessárias instalações de automação, equipamento de inversor de frequência e inclusão de gerador de energia, evitando a interrupção do sistema de abastecimento.

#### **6.9.7.1 Área de Desapropriação**

Para implantação da EE 06 será necessário desapropriar uma área de aproximadamente 250 m<sup>2</sup> nas proximidades da Rua José Francisco Teixeira, com coordenadas 7°13'9.84"S e 39°24'25.24"O, conforme imagem com a localização apresentada a seguir:

**FIGURA 14. LOCALIZAÇÃO DA EE 06**



Fonte: Adaptado Google Earth®, 2019.

### **6.9.8 Estação Elevatória de Esgoto Bruto EE 07**

O Subsistema 07 não poderá ser esgotado por gravidade, sendo assim, será necessária a implantação de uma Estação Elevatória de Esgoto Bruto – EE 07.

A EE 07, localizada na Rua Rubens Lóssio no Bairro Novo Lameiro, irá recalcar para o Subsistema 03, através da Linha de Recalque. A área de contribuição da EE 07 é a Área do Subsistema 07, como pode ser observado no Anexo 3.

Considerou-se que a bomba será dimensionada para a vazão máxima até 2056 (de acordo com a previsão populacional), sendo assim dimensionou-se o equipamento para uma vazão de 3,59 L/s (ponto de funcionamento do conjunto motobomba). Os componentes físicos como gradeamento e o poço de sucção foram dimensionados para atender a população máxima no horizonte de projeto.

Os tipos de Estações Elevatórias de Esgoto foram determinados de acordo com o **item 6.1** e demonstradas nos Anexos 7 a 11 deste relatório.

As características da estação elevatória em questão são as seguintes:

**TABELA 16. CARACTERÍSTICAS EE 07.**

Vazão (L/s)	<b>3,59</b>
Tipo de EE	<b>Tipo 1</b>
Comprimento Linha de Recalque (m)	<b>80</b>
Diâmetro Linha de Recalque (mm)	<b>816</b>

*Fonte: Enejota, 2019.*

É recomendável que o tempo de detenção médio seja o menor possível, não ultrapassando 30 (trinta) minutos, para que não haja a sedimentação do efluente podendo trazer transtornos a operação da EE e também a população ao entorno.

Na elevatória em questão, serão instaladas duas bombas que funcionarão em regime alternado (uma bomba em funcionamento e uma bomba reserva). Caso uma das bombas apresente problemas mecânicos a bomba em funcionamento funcionará em regime permanente até que seja realizado o reparo.

O sistema de gradeamento será composto por um cesto coletor em aço inox de chapa perfurada.



Lembramos que o conjunto em operação possuirá equipamento variador de rotação, entretanto, no dimensionamento do poço de sucção considerou-se equipamentos de rotação constante, a favor da segurança e prevendo possível ampliação dos equipamentos desta elevatória.

Serão necessárias instalações de automação, equipamento de inversor de frequência e inclusão de gerador de energia, evitando a interrupção do sistema de abastecimento.

#### **6.9.8.1 Área de Desapropriação**

Para implantação da EE 07 será necessário desapropriar uma área de aproximadamente 50 m<sup>2</sup> na Rua Rubens Lóssio, com coordenadas 7°15'0.97"S e 39°26'4.30"O, conforme imagem com a localização apresentada a seguir:

**FIGURA 15. LOCALIZAÇÃO DA EE 07.**



Fonte: Adaptado Google Earth®, 2019.

### 6.9.9 Estação Elevatória de Esgoto Bruto EE 08

O Subsistema 08 não poderá ser esgotado por gravidade, sendo assim, será necessária a implantação de uma Estação Elevatória de Esgoto Bruto – EE 08.

A EE 08, localizada na Via Projetada 29 no Bairro Sossego, irá recalcar para o Subsistema 03, através da Linha de Recalque. A área de contribuição da EE 08 é a Área do Subsistema 08 e Subsistemas contribuintes, como pode ser observado no Anexo 3.

Considerou-se que a bomba será dimensionada para a vazão máxima até 2056 (de acordo com a previsão populacional), sendo assim dimensionou-se o equipamento para uma vazão de 29,23 L/s (ponto de funcionamento do conjunto motobomba). Os componentes físicos como gradeamento e o poço de sucção foram dimensionados para atender a população máxima no horizonte de projeto.

Os tipos de Estações Elevatórias de Esgoto foram determinados de acordo com o **item 6.1** e demonstradas nos Anexos 7 a 11 deste relatório.

As características da estação elevatória em questão são as seguintes:

**TABELA 17. CARACTERÍSTICAS EE 08.**

Vazão (L/s)	<b>29,23</b>
Tipo de EE	<b>Tipo 3</b>
Comprimento Linha de Recalque (m)	<b>340</b>
Diâmetro Linha de Recalque (mm)	<b>150</b>

*Fonte: Enejota, 2019.*

É recomendável que o tempo de detenção médio seja o menor possível, não ultrapassando 30 (trinta) minutos, para que não haja a sedimentação do efluente podendo trazer transtornos a operação da EE e também a população ao entorno.

Na elevatória em questão, serão instaladas duas bombas que funcionarão em regime alternado (uma bomba em funcionamento e uma bomba reserva). Caso uma das bombas apresente problemas mecânicos a bomba em funcionamento funcionará em regime permanente até que seja realizado o reparo.

O sistema de gradeamento será composto por um cesto coletor em aço inox de chapa perfurada.

Lembramos que o conjunto em operação possuirá equipamento variador de rotação, entretanto, no dimensionamento do poço de sucção considerou-se

equipamentos de rotação constante, a favor da segurança e prevendo possível ampliação dos equipamentos desta elevatória.

Serão necessárias instalações de automação, equipamento de inversor de frequência e inclusão de gerador de energia, evitando a interrupção do sistema de abastecimento.

#### **6.9.9.1 Área de Desapropriação**

Para implantação da EE 08 será necessário desapropriar uma área de aproximadamente 180 m<sup>2</sup> na Via Projetada 29, com coordenadas 7°14'54.45"S e 39°25'41.50"O, conforme imagem com a localização apresentada a seguir:

**FIGURA 16. LOCALIZAÇÃO DA EE 08.**



Fonte: Adaptado Google Earth®, 2019.

### **6.9.10 Estação Elevatória de Esgoto Bruto EE 09**

O Subsistema 09 não poderá ser esgotado por gravidade, sendo assim, será necessária a implantação de uma Estação Elevatória de Esgoto Bruto – EE 09.

A EE 09, localizada na Rua Saturino Candeia no Bairro Parque Granjeiro, irá recalcar para o Subsistema 10, através da Linha de Recalque. A área de contribuição da EE 09 é a Área do Subsistema 09, como pode ser observado no Anexo 3.

Considerou-se que a bomba será dimensionada para a vazão máxima até 2056 (de acordo com a previsão populacional), sendo assim dimensionou-se o equipamento para uma vazão de 7,02 L/s (ponto de funcionamento do conjunto motobomba). Os componentes físicos como gradeamento e o poço de sucção foram dimensionados para atender a população máxima no horizonte de projeto.

Os tipos de Estações Elevatórias de Esgoto foram determinados de acordo com o **item 6.1** e demonstradas nos Anexos 7 a 11 deste relatório.

As características da estação elevatória em questão são as seguintes:

**TABELA 18. CARACTERÍSTICAS EE 09.**

Vazão (L/s)	<b>7,02</b>
Tipo de EE	<b>Tipo 2</b>
Comprimento Linha de Recalque (m)	<b>648</b>
Diâmetro Linha de Recalque (mm)	<b>100</b>

*Fonte: Enejota, 2019.*

É recomendável que o tempo de detenção médio seja o menor possível, não ultrapassando 30 (trinta) minutos, para que não haja a sedimentação do efluente podendo trazer transtornos a operação da EE e também a população ao entorno.

Na elevatória em questão, serão instaladas duas bombas que funcionarão em regime alternado (uma bomba em funcionamento e uma bomba reserva). Caso uma das bombas apresente problemas mecânicos a bomba em funcionamento funcionará em regime permanente até que seja realizado o reparo.

O sistema de gradeamento será composto por um cesto coletor em aço inox de chapa perfurada.

Lembramos que o conjunto em operação possuirá equipamento variador de rotação, entretanto, no dimensionamento do poço de sucção considerou-se

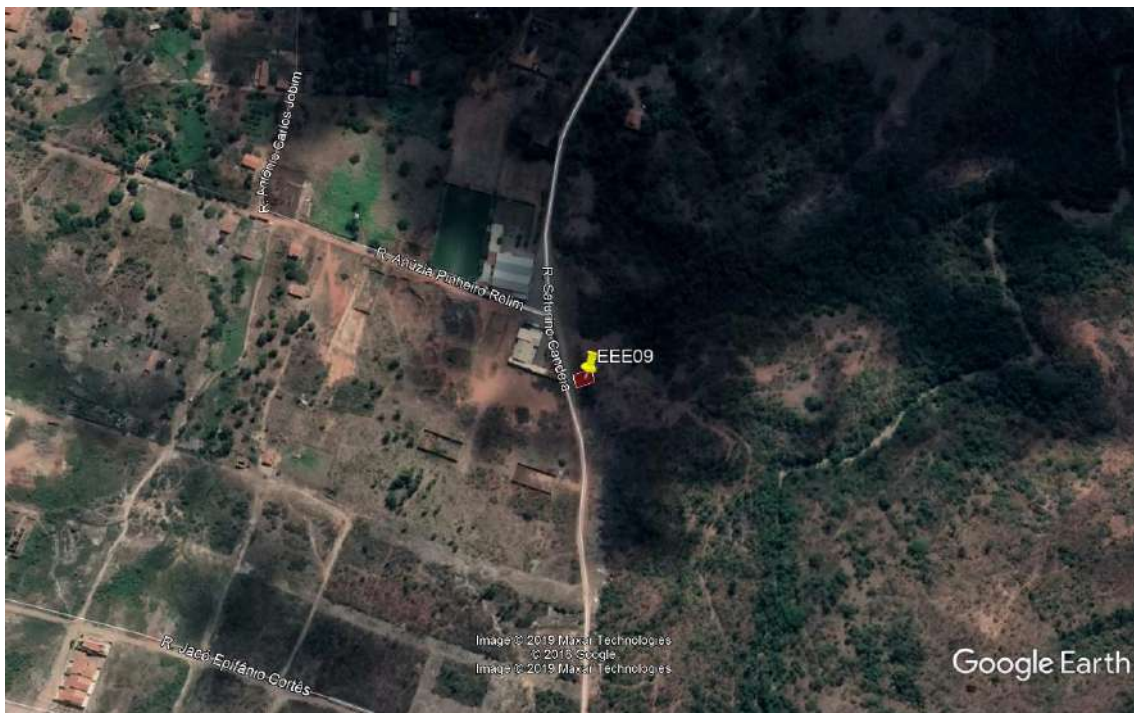
equipamentos de rotação constante, a favor da segurança e prevendo possível ampliação dos equipamentos desta elevatória.

Serão necessárias instalações de automação, equipamento de inversor de frequência e inclusão de gerador de energia, evitando a interrupção do sistema de abastecimento.

#### **6.9.10.1 Área de Desapropriação**

Para implantação da EE 09 será necessário desapropriar uma área de aproximadamente 180 m<sup>2</sup> na Rua Saturino Candeia, com coordenadas 7°14'54.74"S e 39°24'41.95"O, conforme imagem com a localização apresentada a seguir:

**FIGURA 17. LOCALIZAÇÃO DA EE 09**



Fonte: Adaptado Google Earth®, 2019.

### **6.9.11 Estação Elevatória de Esgoto Bruto EE 10**

O Subsistema 11 não poderá ser esgotado por gravidade, sendo assim, será necessária a implantação de uma Estação Elevatória de Esgoto Bruto – EE 10.

A EE 10, localizada na Rodovia Pinto Madeiro no Bairro Mirandão, irá recalcar para o Subsistema 03, através da Linha de Recalque. A área de contribuição da EE 10 é a Área do Subsistema 11 e Subsistemas contribuintes, como pode ser observado no Anexo 3.

Considerou-se que a bomba será dimensionada para a vazão máxima até 2056 (de acordo com a previsão populacional), sendo assim dimensionou-se o equipamento para uma vazão de 10,31 L/s (ponto de funcionamento do conjunto motobomba). Os componentes físicos como gradeamento e o poço de sucção foram dimensionados para atender a população máxima no horizonte de projeto.

Os tipos de Estações Elevatórias de Esgoto foram determinados de acordo com o **item 6.1** e demonstradas nos Anexos 7 a 11 deste relatório.

As características da estação elevatória em questão são as seguintes:

**TABELA 19. CARACTERÍSTICAS EE 10.**

Vazão (L/s)	<b>10,31</b>
Tipo de EE	<b>Tipo 2</b>
Comprimento Linha de Recalque (m)	<b>657</b>
Diâmetro Linha de Recalque (mm)	<b>100</b>

*Fonte: Enejota, 2019.*

É recomendável que o tempo de detenção médio seja o menor possível, não ultrapassando 30 (trinta) minutos, para que não haja a sedimentação do efluente podendo trazer transtornos a operação da EE e também a população ao entorno.

Na elevatória em questão, serão instaladas duas bombas que funcionarão em regime alternado (uma bomba em funcionamento e uma bomba reserva). Caso uma das bombas apresente problemas mecânicos a bomba em funcionamento funcionará em regime permanente até que seja realizado o reparo.

O sistema de gradeamento será composto por um cesto coletor em aço inox de chapa perfurada.

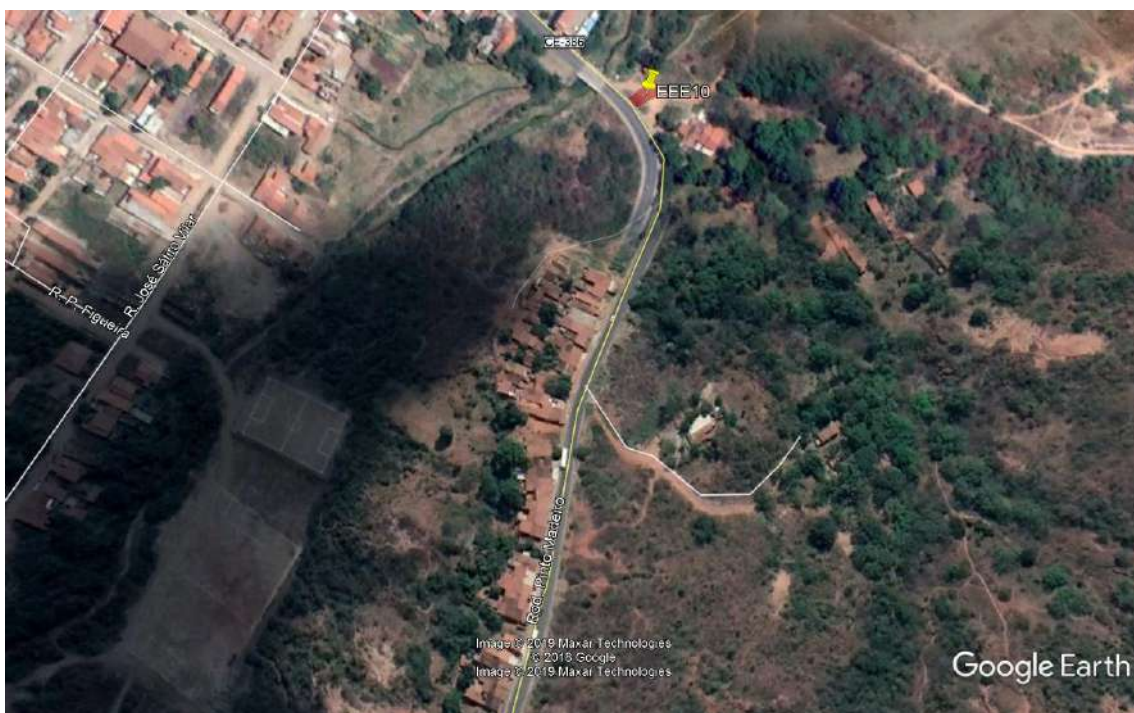
Lembramos que o conjunto em operação possuirá equipamento variador de rotação, entretanto, no dimensionamento do poço de sucção considerou-se equipamentos de rotação constante, a favor da segurança e prevendo possível ampliação dos equipamentos desta elevatória.

Serão necessárias instalações de automação, equipamento de inversor de frequência e inclusão de gerador de energia, evitando a interrupção do sistema de abastecimento.

#### **6.9.11.1 Área de Desapropriação**

Para implantação da EE 10 será necessário desapropriar uma área de aproximadamente 180 m<sup>2</sup> na Rodovia Pinto Madeiro, com coordenadas 7°14'25.03"S e 39°24'11.32"O, conforme imagem com a localização apresentada a seguir:

**FIGURA 18. LOCALIZAÇÃO DA EE 10.**



Fonte: Adaptado Google Earth®, 2019.

### **6.9.12 Estação Elevatória de Esgoto Bruto EE 11**

O Subsistema 13 não poderá ser esgotado por gravidade, sendo assim, será necessária a implantação de uma Estação Elevatória de Esgoto Bruto – EE 11.

A EE 11, localizada na Rua Nilo Batista no Bairro Mirandão, irá recalcar para o Subsistema 14, através da Linha de Recalque. A área de contribuição da EE 11 é a Área do Subsistema 13 e Subsistemas contribuintes, como pode ser observado no Anexo 3.

Considerou-se que a bomba será dimensionada para a vazão máxima até 2056 (de acordo com a previsão populacional), sendo assim dimensionou-se o equipamento para uma vazão de 4,88 L/s (ponto de funcionamento do conjunto motobomba). Os componentes físicos como gradeamento e o poço de sucção foram dimensionados para atender a população máxima no horizonte de projeto.

Os tipos de Estações Elevatórias de Esgoto foram determinados de acordo com o **item 6.1** e demonstradas nos Anexos 7 a 11 deste relatório.

As características da estação elevatória em questão são as seguintes:

**TABELA 20. CARACTERÍSTICAS EE 11.**

Vazão (L/s)	<b>4,88</b>
Tipo de EE	<b>Tipo 01</b>
Comprimento Linha de Recalque (m)	<b>384</b>
Diâmetro Linha de Recalque (mm)	<b>80</b>

*Fonte: Enejota, 2019.*

É recomendável que o tempo de detenção médio seja o menor possível, não ultrapassando 30 (trinta) minutos, para que não haja a sedimentação do efluente podendo trazer transtornos a operação da EE e também a população ao entorno.

Na elevatória em questão, serão instaladas duas bombas que funcionarão em regime alternado (uma bomba em funcionamento e uma bomba reserva). Caso uma das bombas apresente problemas mecânicos a bomba em funcionamento funcionará em regime permanente até que seja realizado o reparo.

O sistema de gradeamento será composto por um cesto coletor em aço inox de chapa perfurada.

Lembramos que o conjunto em operação possuirá equipamento variador de rotação, entretanto, no dimensionamento do poço de sucção considerou-se



equipamentos de rotação constante, a favor da segurança e prevendo possível ampliação dos equipamentos desta elevatória.

Serão necessárias instalações de automação, equipamento de inversor de frequência e inclusão de gerador de energia, evitando a interrupção do sistema de abastecimento.

#### **6.9.12.1 Área de Desapropriação**

Para implantação da EE 11 será necessário desapropriar uma área de aproximadamente 50 m<sup>2</sup> na Rua Nilo Batista, com coordenadas 7°14'45.08"S e 39°23'51.11"O, conforme imagem com a localização apresentada a seguir:

**FIGURA 19. LOCALIZAÇÃO DA EE 11.**



Fonte: Adaptado Google Earth®, 2019.

### **6.9.13 Estação Elevatória de Esgoto Bruto EE 12**

O Subsistema 14 não poderá ser esgotado por gravidade, sendo assim, será necessária a implantação de uma Estação Elevatória de Esgoto Bruto – EE 12.

A EE 12, localizada na Rua Chiquinha Macedo no Bairro São Miguel, irá recalcar para o Subsistema 23, através da Linha de Recalque. A área de contribuição da EE 12 é a Área do Subsistema 14 e Subsistemas contribuintes, como pode ser observado no Anexo 3.

Considerou-se que a bomba será dimensionada para a vazão máxima até 2056 (de acordo com a previsão populacional), sendo assim dimensionou-se o equipamento para uma vazão de 65,75 L/s (ponto de funcionamento do conjunto motobomba). Os componentes físicos como gradeamento e o poço de sucção foram dimensionados para atender a população máxima no horizonte de projeto.

Os tipos de Estações Elevatórias de Esgoto foram determinados de acordo com o **item 6.1** e demonstradas nos Anexos 7 a 11 deste relatório.

As características da estação elevatória em questão são as seguintes:

**TABELA 21. CARACTERÍSTICAS EE 12.**

Vazão (L/s)	<b>65,75</b>
Tipo de EE	<b>Tipo 4</b>
Comprimento Linha de Recalque (m)	<b>1.218</b>
Diâmetro Linha de Recalque (mm)	<b>250</b>

*Fonte: Enejota, 2019.*

É recomendável que o tempo de detenção médio seja o menor possível, não ultrapassando 30 (trinta) minutos, para que não haja a sedimentação do efluente podendo trazer transtornos a operação da EE e também a população ao entorno.

Na elevatória em questão, serão instaladas duas bombas que funcionarão em regime alternado (uma bomba em funcionamento e uma bomba reserva). Caso uma das bombas apresente problemas mecânicos a bomba em funcionamento funcionará em regime permanente até que seja realizado o reparo.

O sistema de gradeamento será composto por um cesto coletor em aço inox de chapa perfurada.

Lembramos que o conjunto em operação possuirá equipamento variador de rotação, entretanto, no dimensionamento do poço de sucção considerou-se equipamentos de rotação constante, a favor da segurança e prevendo possível ampliação dos equipamentos desta elevatória.

Serão necessárias instalações de automação, equipamento de inversor de frequência e inclusão de gerador de energia, evitando a interrupção do sistema de abastecimento.

#### **6.9.13.1 Área de Desapropriação**

Para implantação da EE 12 será necessário desapropriar uma área de aproximadamente 180 m<sup>2</sup> na Rua Chiquinha Macedo, com coordenadas 7°13'20.74"S e 39°23'17.10"O, conforme imagem com a localização apresentada a seguir:

**FIGURA 20. LOCALIZAÇÃO DA EE 12.**



Fonte: Adaptado Google Earth®, 2019.

#### **6.9.14 Estação Elevatória de Esgoto Bruto EE 13**

O Subsistema 15 não poderá ser esgotado por gravidade, sendo assim, será necessária a implantação de uma Estação Elevatória de Esgoto Bruto – EE 13.

A EE 13, localizada Rua Chiquinha Macedo, irá recalcar para o Subsistema 16, através da Linha de Recalque. A área de contribuição da EE 013 é a Área do Subsistema 15, como pode ser observado no Anexo 3.

Considerou-se que a bomba será dimensionada para a vazão máxima até 2056 (de acordo com a previsão populacional), sendo assim dimensionou-se o equipamento para uma vazão de 11,86 L/s (ponto de funcionamento do conjunto motobomba). Os componentes físicos como gradeamento e o poço de sucção foram dimensionados para atender a população máxima no horizonte de projeto.

Os tipos de Estações Elevatórias de Esgoto foram determinados de acordo com o **item 6.1** e demonstradas nos Anexos 7 a 11 deste relatório.

As características da estação elevatória em questão são as seguintes:

**TABELA 22. CARACTERÍSTICAS EE 13.**

Vazão (L/s)	<b>11,86</b>
Tipo de EE	<b>Tipo 2</b>
Comprimento Linha de Recalque (m)	<b>821</b>
Diâmetro Linha de Recalque (mm)	<b>150</b>

*Fonte: Enejota, 2019.*

É recomendável que o tempo de detenção médio seja o menor possível, não ultrapassando 30 (trinta) minutos, para que não haja a sedimentação do efluente podendo trazer transtornos a operação da EE e também a população ao entorno.

Na elevatória em questão, serão instaladas duas bombas que funcionarão em regime alternado (uma bomba em funcionamento e uma bomba reserva). Caso uma das bombas apresente problemas mecânicos a bomba em funcionamento funcionará em regime permanente até que seja realizado o reparo.

O sistema de gradeamento será composto por um cesto coletor em aço inox de chapa perfurada.

Lembramos que o conjunto em operação possuirá equipamento variador de rotação, entretanto, no dimensionamento do poço de sucção considerou-se equipamentos de rotação constante, a favor da segurança e prevendo possível ampliação dos equipamentos desta elevatória.

Serão necessárias instalações de automação, equipamento de inversor de frequência e inclusão de gerador de energia, evitando a interrupção do sistema de abastecimento.

#### **6.9.14.1 Área de Desapropriação**

Para implantação da EE 13 será necessário desapropriar uma área de aproximadamente 180 m<sup>2</sup> na Rua Chiquinha Macedo, com coordenadas 7°12'34.96"S e 39°23'22.71"O, conforme imagem com a localização apresentada a seguir:

**FIGURA 21. LOCALIZAÇÃO DA EE 13.**



Fonte: Adaptado Google Earth®, 2019.

#### **6.9.15 Estação Elevatória de Esgoto Bruto EE 14**

O Subsistema 16 não poderá ser esgotado por gravidade, sendo assim, será necessária a implantação de uma Estação Elevatória de Esgoto Bruto – EE 14.

A EE 14, localizada na Rua Chiquinha Macedo no Bairro São Bento, irá recalcar para o Subsistema 14, através da Linha de Recalque. A área de contribuição da EE 14 é a Área do Subsistema 16 e Subsistemas contribuintes, como pode ser observado no Anexo 3.

Considerou-se que a bomba será dimensionada para a vazão máxima até 2056 (de acordo com a previsão populacional), sendo assim dimensionou-se o equipamento para uma vazão de 14,91 L/s (ponto de funcionamento do conjunto motobomba). Os componentes físicos como gradeamento e o poço de sucção foram dimensionados para atender a população máxima no horizonte de projeto.

Os tipos de Estações Elevatórias de Esgoto foram determinados de acordo com o **item 6.1** e demonstradas nos Anexos 7 a 11 deste relatório.

As características da estação elevatória em questão são as seguintes:

**TABELA 23. CARACTERÍSTICAS EE 14.**

Vazão (L/s)	<b>14,91</b>
Tipo de EE	<b>Tipo 2</b>
Comprimento Linha de Recalque (m)	<b>438</b>
Diâmetro Linha de Recalque (mm)	<b>150</b>

*Fonte: Enejota, 2019.*

É recomendável que o tempo de detenção médio seja o menor possível, não ultrapassando 30 (trinta) minutos, para que não haja a sedimentação do efluente podendo trazer transtornos a operação da EE e também a população ao entorno.

Na elevatória em questão, serão instaladas duas bombas que funcionarão em regime alternado (uma bomba em funcionamento e uma bomba reserva). Caso uma das bombas apresente problemas mecânicos a bomba em funcionamento funcionará em regime permanente até que seja realizado o reparo.

O sistema de gradeamento será composto por um cesto coletor em aço inox de chapa perfurada.

Lembramos que o conjunto em operação possuirá equipamento variador de rotação, entretanto, no dimensionamento do poço de sucção considerou-se equipamentos de rotação constante, a favor da segurança e prevendo possível ampliação dos equipamentos desta elevatória.

Serão necessárias instalações de automação, equipamento de inversor de frequência e inclusão de gerador de energia, evitando a interrupção do sistema de abastecimento.

#### **6.9.15.1 Área de Desapropriação**

Para implantação da EE 14 será necessário desapropriar uma área de aproximadamente 180 m<sup>2</sup> na Rua Chiquinha Macedo, com coordenadas 7°13'10.80"S e 39°23'15.93"O, conforme imagem com a localização apresentada a seguir:

**FIGURA 22. LOCALIZAÇÃO DA EE 14.**



Fonte: Adaptado Google Earth®, 2019.

### **6.9.16 Estação Elevatória de Esgoto Bruto EE 15**

O Subsistema 17 não poderá ser esgotado por gravidade, sendo assim, será necessária a implantação de uma Estação Elevatória de Esgoto Bruto – EE 15.

A EE 15, localizada em um novo loteamento que está sendo implantado as margens da Rodovia Pinto Madeiro, irá recalcar para o Subsistema 13, através da Linha de Recalque. A área de contribuição da EE 15 é a Área do Subsistema 17, como pode ser observado no Anexo 3.

Considerou-se que a bomba será dimensionada para a vazão máxima até 2056 (de acordo com a previsão populacional), sendo assim dimensionou-se o equipamento para uma vazão de 2,12 L/s (ponto de funcionamento do conjunto motobomba). Os componentes físicos como gradeamento e o poço de sucção foram dimensionados para atender a população máxima no horizonte de projeto.

Os tipos de Estações Elevatórias de Esgoto foram determinados de acordo com o **item 6.1** e demonstradas nos Anexos 7 a 11 deste relatório.

As características da estação elevatória em questão são as seguintes:

**TABELA 24. CARACTERÍSTICAS EE 15.**

Vazão (L/s)	<b>2,12</b>
Tipo de EE	<b>Tipo 01</b>
Comprimento Linha de Recalque (m)	<b>1.751</b>
Diâmetro Linha de Recalque (mm)	<b>80</b>

*Fonte: Enejota, 2019.*

É recomendável que o tempo de detenção médio seja o menor possível, não ultrapassando 30 (trinta) minutos, para que não haja a sedimentação do efluente podendo trazer transtornos a operação da EE e também a população ao entorno.

Na elevatória em questão, serão instaladas duas bombas que funcionarão em regime alternado (uma bomba em funcionamento e uma bomba reserva). Caso uma das bombas apresente problemas mecânicos a bomba em funcionamento funcionará em regime permanente até que seja realizado o reparo.

O sistema de gradeamento será composto por um cesto coletor em aço inox de chapa perfurada.



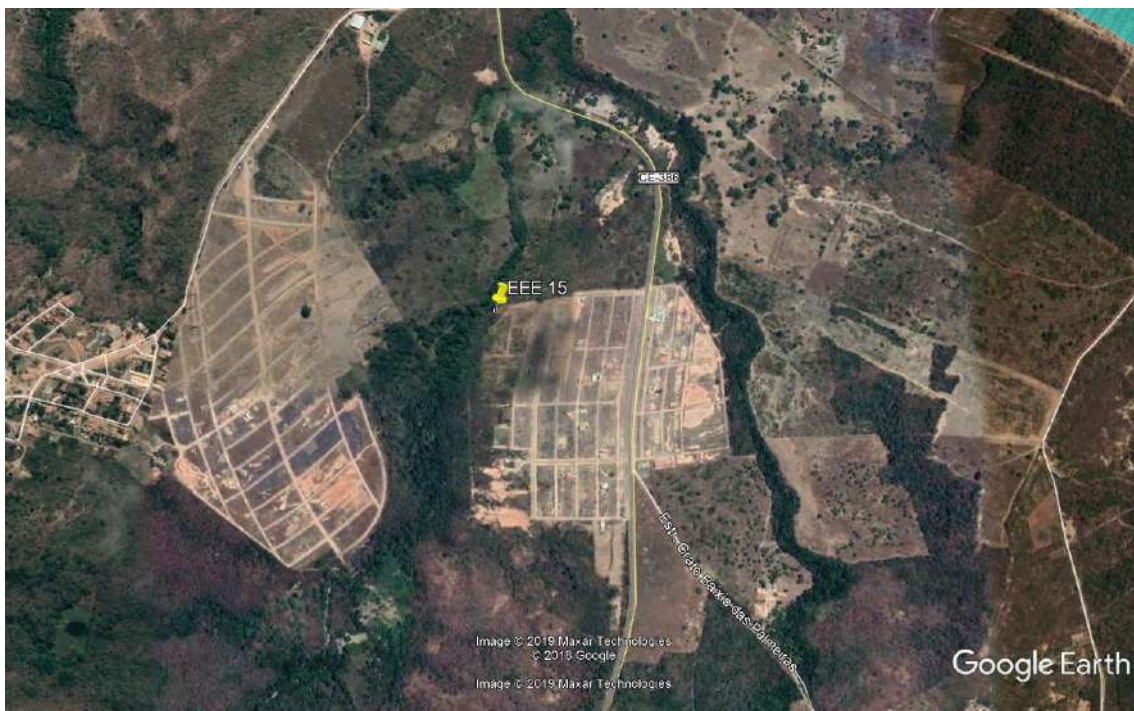
Lembramos que o conjunto em operação possuirá equipamento variador de rotação, entretanto, no dimensionamento do poço de sucção considerou-se equipamentos de rotação constante, a favor da segurança e prevendo possível ampliação dos equipamentos desta elevatória.

Serão necessárias instalações de automação, equipamento de inversor de frequência e inclusão de gerador de energia, evitando a interrupção do sistema de abastecimento.

#### **6.9.16.1 Área de Desapropriação**

Para implantação da EE 15 será necessário desapropriar uma área de aproximadamente 50 m<sup>2</sup> nas proximidades da Rodovia Pinto Madeiro, com coordenadas 7°15'31.91"S e 39°24'0.34"O, conforme imagem com a localização apresentada a seguir:

**FIGURA 23. LOCALIZAÇÃO DA EE 15.**



Fonte: Adaptado Google Earth®, 2019.

### **6.9.17 Estação Elevatória de Esgoto Bruto EE 16**

O Subsistema 19 não poderá ser esgotado por gravidade, sendo assim, será necessária a implantação de uma Estação Elevatória de Esgoto Bruto – EE 16.

A EE 16, localizada nas proximidades da Estrada Crato Bela Vista no Bairro Bela Vista, irá recalcar para o Subsistema 15, através da Linha de Recalque. A área de contribuição da EE 16 é a Área do Subsistema 19 e Subsistemas Contribuintes, como pode ser observado no Anexo 3.

Considerou-se que a bomba será dimensionada para a vazão máxima até 2056 (de acordo com a previsão populacional), sendo assim dimensionou-se o equipamento para uma vazão de 6,63 L/s (ponto de funcionamento do conjunto motobomba). Os componentes físicos como gradeamento e o poço de sucção foram dimensionados para atender a população máxima no horizonte de projeto.

Os tipos de Estações Elevatórias de Esgoto foram determinados de acordo com o **item 6.1** e demonstradas nos Anexos 7 a 11 deste relatório.

As características da estação elevatória em questão são as seguintes:

**TABELA 25. CARACTERÍSTICAS EE 16.**

Vazão (L/s)	<b>6,63</b>
Tipo de EE	<b>Tipo 02</b>
Comprimento Linha de Recalque (m)	<b>2.740</b>
Diâmetro Linha de Recalque (mm)	<b>100</b>

*Fonte: Enejota, 2019.*

É recomendável que o tempo de detenção médio seja o menor possível, não ultrapassando 30 (trinta) minutos, para que não haja a sedimentação do efluente podendo trazer transtornos a operação da EE e também a população ao entorno.

Na elevatória em questão, serão instaladas duas bombas que funcionarão em regime alternado (uma bomba em funcionamento e uma bomba reserva). Caso uma das bombas apresente problemas mecânicos a bomba em funcionamento funcionará em regime permanente até que seja realizado o reparo.

O sistema de gradeamento será composto por um cesto coletor em aço inox de chapa perfurada.

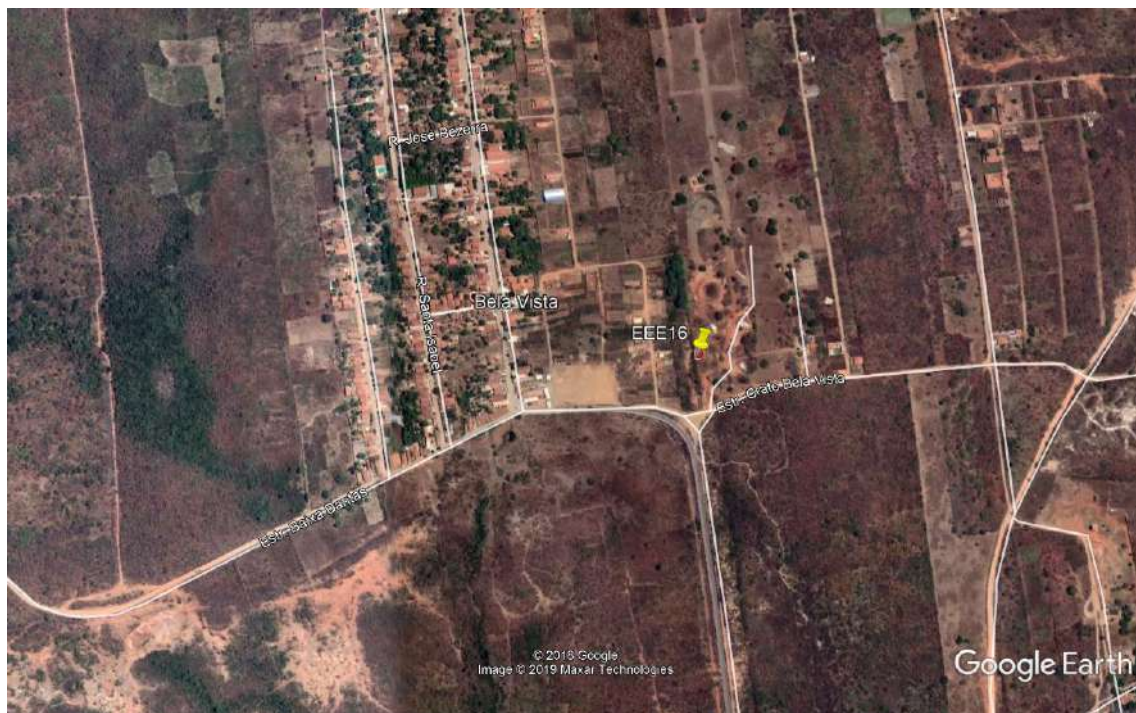
Lembramos que o conjunto em operação possuirá equipamento variador de rotação, entretanto, no dimensionamento do poço de sucção considerou-se equipamentos de rotação constante, a favor da segurança e prevendo possível ampliação dos equipamentos desta elevatória.

Serão necessárias instalações de automação, equipamento de inversor de frequência e inclusão de gerador de energia, evitando a interrupção do sistema de abastecimento.

#### **6.9.17.1 Área de Desapropriação**

Para implantação da EE 16 será necessário desapropriar uma área de aproximadamente 180 m<sup>2</sup> nas proximidades da Estrada Crato Bela Vista, com coordenadas 7°10'54.01"S e 39°22'58.82"O, conforme imagem com a localização apresentada a seguir:

**FIGURA 24. LOCALIZAÇÃO DA EE 16.**



Fonte: Adaptado Google Earth®, 2019.

### **6.9.18 Estação Elevatória de Esgoto Bruto EE 17**

O Subsistema 20 não poderá ser esgotado por gravidade, sendo assim, será necessária a implantação de uma Estação Elevatória de Esgoto Bruto – EE 17.

A EE 17, localizada nas proximidades da Rua Santa Isabel no Bairro Bela Vista, irá recalcar para o Subsistema 19, através da Linha de Recalque. A área de contribuição da EE 17 é a Área do Subsistema 20, como pode ser observado no Anexo 3.

Considerou-se que a bomba será dimensionada para a vazão máxima até 2056 (de acordo com a previsão populacional), sendo assim dimensionou-se o equipamento para uma vazão de 5,23 L/s (ponto de funcionamento do conjunto motobomba). Os componentes físicos como gradeamento e o poço de sucção foram dimensionados para atender a população máxima no horizonte de projeto.

Os tipos de Estações Elevatórias de Esgoto foram determinados de acordo com o **item 6.1** e demonstradas nos Anexos 7 a 11 deste relatório.

As características da estação elevatória em questão são as seguintes:

**TABELA 26. CARACTERÍSTICAS EE 17.**

Vazão (L/s)	<b>5,23</b>
Tipo de EE	<b>Tipo 01</b>
Comprimento Linha de Recalque (m)	<b>814</b>
Diâmetro Linha de Recalque (mm)	<b>80</b>

*Fonte: Enejota, 2019.*

É recomendável que o tempo de detenção médio seja o menor possível, não ultrapassando 30 (trinta) minutos, para que não haja a sedimentação do efluente podendo trazer transtornos a operação da EE e também a população ao entorno.

Na elevatória em questão, serão instaladas duas bombas que funcionarão em regime alternado (uma bomba em funcionamento e uma bomba reserva). Caso uma das bombas apresente problemas mecânicos a bomba em funcionamento funcionará em regime permanente até que seja realizado o reparo.

O sistema de gradeamento será composto por um cesto coletor em aço inox de chapa perfurada.

Lembramos que o conjunto em operação possuirá equipamento variador de rotação, entretanto, no dimensionamento do poço de sucção considerou-se

equipamentos de rotação constante, a favor da segurança e prevendo possível ampliação dos equipamentos desta elevatória.

Serão necessárias instalações de automação, equipamento de inversor de frequência e inclusão de gerador de energia, evitando a interrupção do sistema de abastecimento.

#### **6.9.18.1 Área de Desapropriação**

Para implantação da EE 17 será necessário desapropriar uma área de aproximadamente 50 m<sup>2</sup> nas proximidades da Rua Santa Isabel, com coordenadas 7°10'31.09"S e 39°23'18.54"O, conforme imagem com a localização apresentada a seguir:

**FIGURA 25. LOCALIZAÇÃO DA EE 17.**



Fonte: Adaptado Google Earth®, 2019.

### **6.9.19 Estação Elevatória de Esgoto Bruto EE 18**

O Subsistema 22 não poderá ser esgotado por gravidade, sendo assim, será necessária a implantação de uma Estação Elevatória de Esgoto Bruto – EE 18.

A EE 18, localizada em um loteamento que está sendo implantado no bairro Barro Branco, próximo à Avenida Maria Dias Branco, irá recalcar para o Subsistema 23, através da Linha de Recalque. A área de contribuição da EE 18 é a Área do Subsistema 22, como pode ser observado no Anexo 3.

Considerou-se que a bomba será dimensionada para a vazão máxima até 2056 (de acordo com a previsão populacional), sendo assim dimensionou-se o equipamento para uma vazão de 13,20 L/s (ponto de funcionamento do conjunto motobomba). Os componentes físicos como gradeamento e o poço de sucção foram dimensionados para atender a população máxima no horizonte de projeto.

Os tipos de Estações Elevatórias de Esgoto foram determinados de acordo com o **item 6.1** e demonstradas nos Anexos 7 a 11 deste relatório.

As características da estação elevatória em questão são as seguintes:

**TABELA 27. CARACTERÍSTICAS EE 18.**

Vazão (L/s)	<b>13,20</b>
Tipo de EE	<b>Tipo 02</b>
Comprimento Linha de Recalque (m)	<b>1.227</b>
Diâmetro Linha de Recalque (mm)	<b>150</b>

*Fonte: Enejota, 2019.*

É recomendável que o tempo de detenção médio seja o menor possível, não ultrapassando 30 (trinta) minutos, para que não haja a sedimentação do efluente podendo trazer transtornos a operação da EE e também a população ao entorno.

Na elevatória em questão, serão instaladas duas bombas que funcionarão em regime alternado (uma bomba em funcionamento e uma bomba reserva). Caso uma das bombas apresente problemas mecânicos a bomba em funcionamento funcionará em regime permanente até que seja realizado o reparo.

O sistema de gradeamento será composto por um cesto coletor em aço inox de chapa perfurada.



### **6.9.20 Estação Elevatória de Esgoto Bruto EE 19**

O Subsistema 24 não poderá ser esgotado por gravidade, sendo assim, será necessária a implantação de uma Estação Elevatória de Esgoto Bruto – EE 19.

A EE 19, localizada na Rua Padre Cicero no Bairro São José, irá recalcar para o Subsistema 03, através da Linha de Recalque. A área de contribuição da EE 19 é a Área do Subsistema 24 e Subsistemas contribuintes, como pode ser observado no Anexo 3.

Considerou-se que a bomba será dimensionada para a vazão máxima até 2056 (de acordo com a previsão populacional), sendo assim dimensionou-se o equipamento para uma vazão de 9,33 L/s (ponto de funcionamento do conjunto motobomba). Os componentes físicos como gradeamento e o poço de sucção foram dimensionados para atender a população máxima no horizonte de projeto.

Os tipos de Estações Elevatórias de Esgoto foram determinados de acordo com o **item 6.1** e demonstradas nos Anexos 7 a 11 deste relatório.

As características da estação elevatória em questão são as seguintes:

**TABELA 28. CARACTERÍSTICAS EE 19.**

Vazão (L/s)	<b>9,33</b>
Tipo de EE	<b>Tipo 2</b>
Comprimento Linha de Recalque (m)	<b>504</b>
Diâmetro Linha de Recalque (mm)	<b>100</b>

*Fonte: Enejota, 2019.*

É recomendável que o tempo de detenção médio seja o menor possível, não ultrapassando 30 (trinta) minutos, para que não haja a sedimentação do efluente podendo trazer transtornos a operação da EE e também a população ao entorno.

Na elevatória em questão, serão instaladas duas bombas que funcionarão em regime alternado (uma bomba em funcionamento e uma bomba reserva). Caso uma das bombas apresente problemas mecânicos a bomba em funcionamento funcionará em regime permanente até que seja realizado o reparo.

O sistema de gradeamento será composto por um cesto coletor em aço inox de chapa perfurada.

Lembramos que o conjunto em operação possuirá equipamento variador de rotação, entretanto, no dimensionamento do poço de sucção considerou-se



equipamentos de rotação constante, a favor da segurança e prevendo possível ampliação dos equipamentos desta elevatória.

Serão necessárias instalações de automação, equipamento de inversor de frequência e inclusão de gerador de energia, evitando a interrupção do sistema de abastecimento.

#### **6.9.20.1 Área de Desapropriação**

Para implantação da EE 19 será necessário desapropriar uma área de aproximadamente 180 m<sup>2</sup> na Rua Padre Cicero, com coordenadas 7°13'42.16"S e 39°21'32.02"O, conforme imagem com a localização apresentada a seguir:

**FIGURA 27. LOCALIZAÇÃO DA EE 19.**



Fonte: Adaptado Google Earth®, 2019.

### **6.9.21 Estação Elevatória de Esgoto Bruto EE 20**

O Subsistema 25 não poderá ser esgotado por gravidade, sendo assim, será necessária a implantação de uma Estação Elevatória de Esgoto Bruto – EE 20.

A EE 20, localizada Rua Pedro Gomes Norões no Bairro São José, irá recalcar para o Subsistema 23, através da Linha de Recalque. A área de contribuição da EE 20 é a Área do Subsistema 25, como pode ser observado no Anexo 3.

Considerou-se que a bomba será dimensionada para a vazão máxima até 2056 (de acordo com a previsão populacional), sendo assim dimensionou-se o equipamento para uma vazão de 13,00 L/s (ponto de funcionamento do conjunto motobomba). Os componentes físicos como gradeamento e o poço de sucção foram dimensionados para atender a população máxima no horizonte de projeto.

Os tipos de Estações Elevatórias de Esgoto foram determinados de acordo com o **item 6.1** e demonstradas nos Anexos 7 a 11 deste relatório.

As características da estação elevatória em questão são as seguintes:

**TABELA 29. CARACTERÍSTICAS EE 20.**

Vazão (L/s)	<b>13,00</b>
Tipo de EE	<b>Tipo 02</b>
Comprimento Linha de Recalque (m)	<b>791</b>
Diâmetro Linha de Recalque (mm)	<b>100</b>

*Fonte: Enejota, 2019.*

É recomendável que o tempo de detenção médio seja o menor possível, não ultrapassando 30 (trinta) minutos, para que não haja a sedimentação do efluente podendo trazer transtornos a operação da EE e também a população ao entorno.

Na elevatória em questão, serão instaladas duas bombas que funcionarão em regime alternado (uma bomba em funcionamento e uma bomba reserva). Caso uma das bombas apresente problemas mecânicos a bomba em funcionamento funcionará em regime permanente até que seja realizado o reparo.

O sistema de gradeamento será composto por um cesto coletor em aço inox de chapa perfurada.

Lembramos que o conjunto em operação possuirá equipamento variador de rotação, entretanto, no dimensionamento do poço de sucção considerou-se equipamentos de rotação constante, a favor da segurança e prevendo possível ampliação dos equipamentos desta elevatória.

Serão necessárias instalações de automação, equipamento de inversor de frequência e inclusão de gerador de energia, evitando a interrupção do sistema de abastecimento.

#### **6.9.21.1 Área de Desapropriação**

Para implantação da EE 20 será necessário desapropriar uma área de aproximadamente 180 m<sup>2</sup> na Pedro Gomes Norões, com coordenadas 7°13'13.40"S e 39°21'48.38"O, conforme imagem com a localização apresentada a seguir:

**FIGURA 28. LOCALIZAÇÃO DA EE 20.**



Fonte: Adaptado Google Earth®, 2019.

### **6.9.22 Estação Elevatória de Esgoto Bruto EE 21**

O Subsistema 26 não poderá ser esgotado por gravidade, sendo assim, será necessária a implantação de uma Estação Elevatória de Esgoto Bruto – EE 21.

A EE 26, localizada no Distrito Ponta da Serra, irá recalcar para o Subsistema 28, através da Linha de Recalque. A área de contribuição da EE 21 é a Área do Subsistema 26, como pode ser observado nos Anexos 4 e 5.

Considerou-se que a bomba será dimensionada para a vazão máxima até 2056 (de acordo com a previsão populacional), sendo assim dimensionou-se o equipamento para uma vazão de 3,79 L/s (ponto de funcionamento do conjunto motobomba). Os componentes físicos como gradeamento e o poço de sucção foram dimensionados para atender a população máxima no horizonte de projeto.

Os tipos de Estações Elevatórias de Esgoto foram determinados de acordo com o **item 6.1** e demonstradas nos Anexos 7 a 11 deste relatório.

As características da estação elevatória em questão são as seguintes:

**TABELA 30. CARACTERÍSTICAS EE 20.**

Vazão (L/s)	<b>3,79</b>
Tipo de EE	<b>Tipo 01</b>
Comprimento Linha de Recalque (m)	<b>456</b>
Diâmetro Linha de Recalque (mm)	<b>80</b>

*Fonte: Enejota, 2019.*

É recomendável que o tempo de detenção médio seja o menor possível, não ultrapassando 30 (trinta) minutos, para que não haja a sedimentação do efluente podendo trazer transtornos a operação da EE e também a população ao entorno.

Na elevatória em questão, serão instaladas duas bombas que funcionarão em regime alternado (uma bomba em funcionamento e uma bomba reserva). Caso uma das bombas apresente problemas mecânicos a bomba em funcionamento funcionará em regime permanente até que seja realizado o reparo.

O sistema de gradeamento será composto por um cesto coletor em aço inox de chapa perfurada.

Lembramos que o conjunto em operação possuirá equipamento variador de rotação, entretanto, no dimensionamento do poço de sucção considerou-se equipamentos de rotação constante, a favor da segurança e prevendo possível ampliação dos equipamentos desta elevatória.

Serão necessárias instalações de automação, equipamento de inversor de frequência e inclusão de gerador de energia, evitando a interrupção do sistema de abastecimento.

#### **6.9.22.1 Área de Desapropriação**

Para implantação da EE 21 será necessário desapropriar uma área de aproximadamente 50 m<sup>2</sup>, conforme imagem com a localização apresentada a seguir:

**FIGURA 29. LOCALIZAÇÃO DA EE 21.**



Fonte: Adaptado Google Earth®, 2019.

### **6.9.23 Estação Elevatória de Esgoto Bruto EE 22**

O Subsistema 27 não poderá ser esgotado por gravidade, sendo assim, será necessária a implantação de uma Estação Elevatória de Esgoto Bruto – EE 22.

A EE 22, localizada no distrito Ponta da Serra, irá recalcar para o Subsistema 28, através da Linha de Recalque. A área de contribuição da EE 22 é a Área do Subsistema 27, como pode ser observado nos Anexos 4 e 5.

Considerou-se que a bomba será dimensionada para a vazão máxima até 2056 (de acordo com a previsão populacional), sendo assim dimensionou-se o equipamento para uma vazão de 2,18 L/s (ponto de funcionamento do conjunto motobomba). Os componentes físicos como gradeamento e o poço de sucção foram dimensionados para atender a população máxima no horizonte de projeto.

Os tipos de Estações Elevatórias de Esgoto foram determinados de acordo com o **item 6.1** e demonstradas nos Anexos 7 a 11 deste relatório.

As características da estação elevatória em questão são as seguintes:

**TABELA 31. CARACTERÍSTICAS EE 20.**

Vazão (L/s)	<b>2,18</b>
Tipo de EE	<b>Tipo 01</b>
Comprimento Linha de Recalque (m)	<b>577</b>
Diâmetro Linha de Recalque (mm)	<b>80</b>

*Fonte: Enejota, 2019.*

É recomendável que o tempo de detenção médio seja o menor possível, não ultrapassando 30 (trinta) minutos, para que não haja a sedimentação do efluente podendo trazer transtornos a operação da EE e também a população ao entorno.

Na elevatória em questão, serão instaladas duas bombas que funcionarão em regime alternado (uma bomba em funcionamento e uma bomba reserva). Caso uma das bombas apresente problemas mecânicos a bomba em funcionamento funcionará em regime permanente até que seja realizado o reparo.

O sistema de gradeamento será composto por um cesto coletor em aço inox de chapa perfurada.

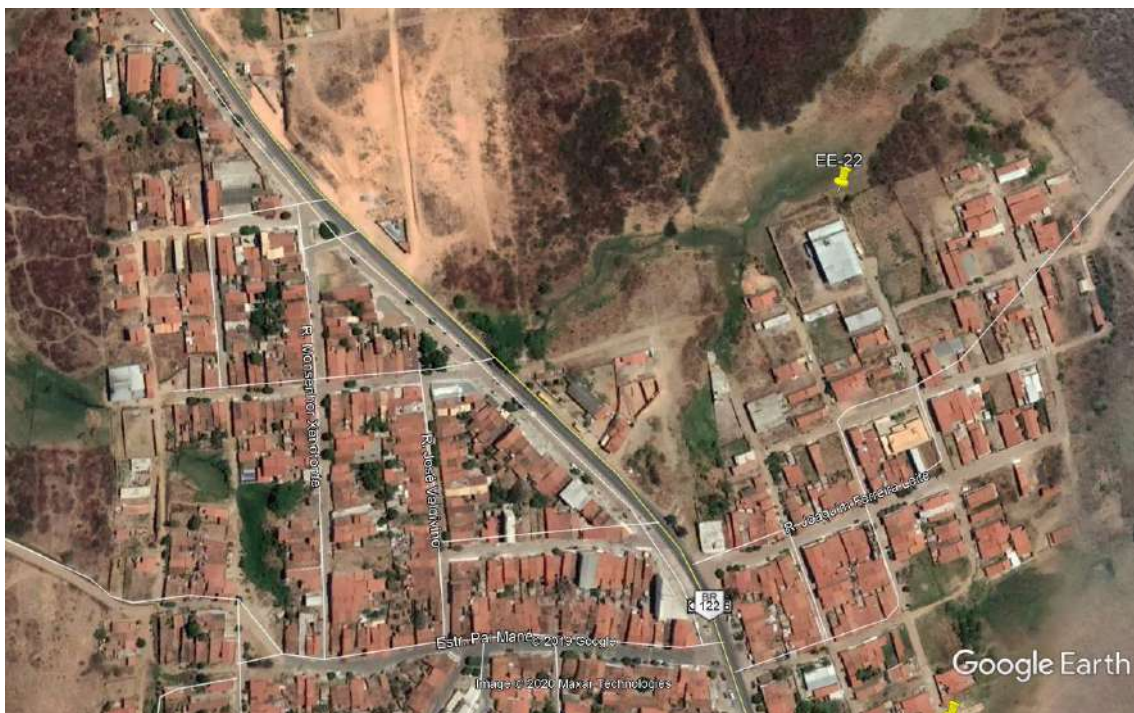
Lembramos que o conjunto em operação possuirá equipamento variador de rotação, entretanto, no dimensionamento do poço de sucção considerou-se equipamentos de rotação constante, a favor da segurança e prevendo possível ampliação dos equipamentos desta elevatória.

Serão necessárias instalações de automação, equipamento de inversor de frequência e inclusão de gerador de energia, evitando a interrupção do sistema de abastecimento.

### **6.9.23.1 Área de Desapropriação**

Para implantação da EE 22 será necessário desapropriar uma área de aproximadamente 50 m<sup>2</sup>, conforme imagem com a localização apresentada a seguir:

**FIGURA 30. LOCALIZAÇÃO DA EE 22.**



Fonte: Adaptado Google Earth®, 2019.

## **6.10 ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO**

### **6.10.1 Generalidades**

O presente projeto tem o objetivo de apresentar uma proposta para a coleta e o tratamento de despejos líquidos para o município do Crato.

O abastecimento de água tratada traz resultados rápidos e sensíveis melhorias à saúde e às condições de vida de uma comunidade. Entretanto, os dejetos gerados após o uso da água requerem tratamento e disposição final adequados para controle de vetores transmissores de doenças e preservação do meio ambiente, de forma que não é recomendado que toda uma comunidade promova a infiltração individual dos seus despejos, uma vez que estatisticamente já foi provado que sistemas individuais de tratamento de esgotos não atendem aos padrões ambientais para infiltração no solo, provocando poluição da camada superficial e do lençol freático. Assim se faz necessário promover a coleta e tratamento em sistemas coletivos, de forma que o despejo final atenda prontamente a legislação pertinente, seja para lançamento em cursos d'água, para uso agrícola ou com lançamento no solo.

A atual política nacional de recursos hídricos, estabelecido na Lei Federal nº 9.433, de janeiro de 1997, considera a água um bem público, limitado, dotado de valor econômico, cujo uso prioritário é o consumo humano. A alternativa de integração do uso da água com as diversas atividades sociais e econômicas que atendem aos diversos interesses torna-se cada vez mais direcionada à conservação desse bem, vital à sobrevivência humana.

Segundo a FUNASA “A humanidade de uma forma geral, e a sociedade brasileira em particular, tem experimentado ao longo das últimas décadas uma preocupação cada vez maior com a busca do desenvolvimento em seu sentido mais amplo. O simples crescimento econômico já não é mais encarado como a solução para a pobreza e os demais problemas que afetam a população. Portanto, não faz o menor sentido a estratégia de “crescer, para depois dividir”, como foi apregoado por alguns até há pouco tempo.

Esse desenvolvimento em sentido mais amplo não envolve apenas os aspectos econômicos que influenciam a vida das pessoas, mas também questões sociais, culturais, ambientais e político-institucionais. Na verdade, ele reconhece que todos esses aspectos estão inter-relacionados. Ou seja, é um conceito novo e abrangente, que envolve várias dimensões da realidade em que as pessoas estão inseridas, e que, ao contemplar a conservação ambiental, introduz a noção de sustentabilidade, significando permanência ao longo do tempo.



Por isso, esse novo conceito relacionado ao processo de melhoria da qualidade de vida das pessoas é denominado desenvolvimento sustentável, é definido de forma mais precisa como o “processo de elevação do nível geral de riqueza e da qualidade de vida da população que compatibiliza a eficiência econômica, a equidade social e a conservação dos recursos naturais”.

### **6.10.2 Concepção Geral dos Sistemas de Tratamento**

Para o tratamento dos esgotos gerados no município do Crato, está prevista a implantação de quatro ETE novas nos sistemas Granjeiros, Petrobrás, Distrito Dom Quintino e Distrito Ponta da Serra, além de duas ETE novas que serão implantadas nos conjuntos São Bento 1 e 2 com recursos da Caixa Econômica Federal pelo programa Minha Casa Minha Vida.

As ETE Seminário e Filemon deverão continuar em operação até a implantação das ETE, Granjeiro e Petrobrás, para isso, deverão ser realizadas melhorias estruturais nas unidades que compõe estes sistemas.

De acordo com a SAAEC a ETE do Conjunto Habitacional São Bento 1 foi dimensionada para atender 494 ligações e 1.764 habitantes com uma capacidade de 261,79 m<sup>3</sup>/dia e a ETE do Conjunto Habitacional São Bento 2 foi dimensionada para atender 488 ligações e 1.743 habitantes com uma capacidade de 264,38 m<sup>3</sup>/dia. O sistema de ambas as unidades é composto por Tratamento Primário composto de Sistema Biológico Misto constituído por Reator Anaeróbio - UASB e Tratamento Secundário seguido de Biofiltro Submerso Aerado - BFSa, sequenciado pelo Decantador Secundário tipo Lamelar - DECL, Tanque de Contato e Desinfecção - TQCD, Tanque Adensador de Lodo - TQAL e complementado por Sistema de dosagem de Cloro – KPDS.

As ETE dos distritos Ponta da Serra e Dom Quintino também serão do tipo compactas e o processo e as unidades serão as mesmas utilizadas nas ETE do conjunto São Bento.

A tecnologia de tratamento mais viável para as demais ETE (Granjeiro e Petrobrás), do ponto de vista financeiro e operacional, seria a implantação de lagoas, mas a SEMACE, responsável pelo licenciamento, não aprovou essa concepção, portanto a tecnologia de tratamento proposta para as ETE novas é composta por Tratamento Preliminar Integrado, reator UASB, Filtro Biológico, Decantador Secundário e Tanque de Contato.

Na etapa de execução poderá ser adotada uma tecnologia alternativa de mesma eficiência e garantia dos resultados aqui propostos, além do atendimento as normas vigentes.

No processo proposto neste relatório os despejos provenientes de cada sistema serão encaminhados para tratamento na Estação de Tratamento de Esgotos (ETE), através do sistema de coleta de esgotos.

Os efluentes ao atingirem a área da ETE passarão pelo pelas peneiras rotativas e desarenadores do tratamento preliminar integrado.

O tratamento preliminar integrado é um equipamento que unifica os equipamentos de gradeamento fino através de peneiras de tambor rotativos para canal, caixa de areia e remoção de óleos e graxas, com o objetivo de retenção dos sólidos mais finos, areia e óleo.

A peneira será do tipo rotativa para canal com espaçamento entre barras de 3,00 mm, com limpeza automática, o desarenador deverá ser do tipo aerado para promover a remoção de óleos.

A vazão total de entrada nos equipamentos será medida através de medidor de vazão eletromagnético do tipo carretel instalado na tubulação de chegada de esgotos na caixa de distribuição de vazão.

Após passar pelo tratamento preliminar, inicia-se a fase biológica do tratamento, distribuindo-se igualmente o esgoto para cada um dos dois módulos de reator anaeróbio, através de Caixas de Distribuição.

O Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente é responsável pela conversão parcial da matéria orgânica para produção de gases e de lodo, reduzindo-se a carga poluidora dos despejos em cerca de 65% a 75%. Este processo foi adotado devido ao baixo consumo de energia e pequena geração de lodo, no abatimento da maior parte da carga orgânica, podendo possibilitar a digestão do lodo gerado no tanque de aeração.

Diversas nomenclaturas dadas para este reator são encontradas na literatura, no entanto existe um consenso em relação à denominação de reatores “UASB”, cuja sigla vem do inglês Upflow Anaerobic Sludge Blanket, portanto, neste memorial será adotada a sigla “UASB”.

Após os reatores UASB, o efluente seguirá por gravidade para os filtros biológicos percoladores. Essa unidade é constituída de um meio suporte de material grosseiro sobre qual o efluente é aplicado continuamente por meio de distribuidores. Após aplicação os esgotos percolam pelo meio suporte em direção aos drenos de

fundo. Esta percolação permite o crescimento bacteriano na superfície do material de enchimento, formando uma película gelatinosa ativa, composta de fungos, bactérias aeróbias e anaeróbias, algas, protozoários, insetos e larvas (HELLER, 1989).

O líquido escoar rapidamente pelo meio suporte, entrando em contato com os microrganismos existentes no biofilme, responsáveis pela decomposição do material orgânico presente. A matéria orgânica é adsorvida pela película microbiana, ficando retida tempo suficiente para sua estabilização. Durante o funcionamento do filtro biológico, placas de biofilme se desprendem devido ao grau de estabilização do biofilme e à tensão de cisalhamento causada pela velocidade de escoamento do líquido entre vazios do meio suporte. Este material desprendido deve ser removido nos decantadores, de forma a obter um efluente final clarificado e com baixas concentrações de sólidos em suspensão (VON SPERLING, 1995).

Os decantadores serão do tipo circular com raspadores de lodo de acionamento periférico.

Os líquidos clarificados através do processo de decantação serão submetidos à medição de vazão final através de calha Parshall equipada com sensor de ultrassom e seguirão para o tanque de contato para desinfecção, sendo lançados, na sequência, no emissário, que os encaminhará para o corpo receptor.

Parte do lodo decantado retornará para o processo através de bombas caracterizando-se assim, o tratamento dos esgotos pelo processo "lodos ativados". A parte excedente do lodo secundário será enviada para os reatores UASB para sua digestão através de bombeamento em picagem desta linha de recalque. A vazão de lodo será medida através de medidores de vazão eletromagnéticos do tipo carretel instalados ao longo da linha.

Após digestão do lodo nos UASB, o mesmo é encaminhado para o sistema de desaguamento mecanizado do lodo em excesso. O lodo a ser descartado será acondicionado nos tanques de lodo que serão providos de bombas que alimentarão os equipamentos mecanizados.

Para melhor condição operacional dos equipamentos será dosado solução de polímero preparado e dosado automaticamente em um equipamento compacto. A concentração da solução de dosagem será de 0,1%.

O drenado do desaguamento será direcionado para o início do tratamento na ETE e o lodo desidratado seguirá até as caçambas de lodo seco para posterior disposição em aterro.

A vazão de lodo será medida através de medidores de vazão eletromagnéticos tipo carretel instalados nas tubulações de recalque de lodo.

A espuma recolhida nos reatores e decantadores é drenada por gravidade e recolhida em calhas que descarregam nas elevatórias de espuma primária, serão implantadas duas elevatórias de espuma, sendo uma para cada módulo.

Cada elevatória é constituída por duas bombas de cavidade progressiva de velocidade constante, sendo uma operacional e uma de reserva. No poço de sucção estará instalado um misturador submersível para homogeneizar a espuma antes do bombeamento.

A espuma será conduzida por tubulação até o desague de lodo.

Em casos de falta de energia o sistema de tratamento será provido de gerador de energia para que não ocorram paradas no tratamento.

A qualidade dos efluentes tratados atenderão a todos parâmetros estabelecidos pela Resolução CONAMA 357 de 17 de março de 2005, CONAMA 397 de 03 de abril de 2008, CONAMA 430 de Maio de 2011). Considerando somente as condições de lançamento:

**TABELA 32. CARACTERÍSTICAS DO EFLUENTE TRATADO.**

pH	5 a 9
Sólidos sedimentáveis (mL/L)	<1,00
Óleos e graxas (mg/L)	< 50
DBO <sub>5</sub> (mg/L)	<120,0

Fonte: CONAMA 430, 2011.

### **6.10.3 Critérios e Parâmetros para Dimensionamento das ETE**

O dimensionamento das unidades de tratamento de esgoto sanitário deve ser elaborado com observância das normas NBR 12209 (ABNT, 2011), NBT 13969 (ABNT, 1997) e NBR 7229 (ABNT, 1993) e suas atualizações. Os parâmetros principais de projeto e as diretrizes para o dimensionamento dos processos de tratamento, da fase líquida do esgoto sanitário e do lodo são encontrados na citada norma.

### 6.10.3.1 Características dos Despejos Líquidos Brutos

As considerações adotadas neste relatório são demonstradas na Tabela a seguir:

**TABELA 33. PARÂMETROS DE PROJETO – ETE.**

Taxa de Infiltração:	0,20 L/s.km
Consumo per capita efetivo:	150 L/hab.dia
Coeficiente de retorno:	0,80
K <sub>1</sub> :	1,20
K <sub>2</sub> :	1,50
K <sub>3</sub> :	0,25
Carga per capita DBO	50 g/hab.dia
Relação DQO/DBO	2
Relação N-NKT/DBO	0,160
Relação P/DBO	0,020
Coli, Termotolerantes (estimado)	5,00E+0,7NMP/100 ml

Fonte: VON SPERLING (1995) - Adaptado Enejota.

### 6.10.3.2 Vazões de Projeto

Os cálculos de vazão adotados neste projeto seguem o recomendado pela literatura técnica específica:

$$Q_{min} = \frac{C \times P \times q \times K_3}{86.400}$$

$$Q_{med} = \frac{C \times P \times q}{86.400}$$

$$Q_{max} = \frac{C \times P \times q \times K_1 \times K_2}{86.400}$$

$$Q_{inf} = q_1 \times L$$

Onde:

$Q_{\min}$  : Vazão mínima de esgoto, em L/s;

$Q_{\text{med}}$  : Vazão média de esgoto, em L/s;

$Q_{\text{máx}}$  : Vazão máxima de esgoto, em L/s;

$Q_{\text{inf}}$  : Vazão de infiltração, em L/s.

Para cálculo da concentração e carga de DBO, foi considerada a carga per capita de DBO igual a 50 g/hab.dia.

$$\text{carga (kg/d)} = \frac{\text{população(hab)} \times \text{carga per capita (g/hab.d)}}{1000(\text{g/kg})}$$

$$\text{concentração (g / m}^3\text{)} = \frac{\text{carga (kg / d)} \cdot 1000 \text{ (g / kg)}}{\text{vazão (m}^3\text{ / d)}}$$

Na Tabela a seguir, estão apresentadas as projeções de vazões e as principais características dos afluentes, do município do Crato, ao longo do horizonte de projeto. Os valores são apenas orientativos e o dimensionamento das unidades de cada sistema de esgotamento deverá ser apresentado na etapa dos projetos executivos e para obtenção de licenças junto aos órgãos ambientais.



**TABELA 34. CARACTERÍSTICAS DO AFLUENTE DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO.**

Data	Índice Atend. (%)	População Atendida (Hab.)	Ligações Atendidas (un.)	Consumo Percapita (L/hab.dia)	Q doméstico médio (L/s)	Infiltração (L/s)	Q sanitário médio (L/s)	Q sanitário médio (m <sup>3</sup> /dia)	Q sanitário dia maior consumo c/ k1 (L/s)	Q sanitário máximo c/ k1 e k2 (L/s)	Carga DBO doméstica (kg/dia)	Carga DBO total (kg/dia)	Concentração média DBO (mg/L)	Carga DQO (kg/dia)	Concentração média DQO (mg/L)	Carga N-NKT (kgN/dia)	Concentração média N-NKT (mgN/L)	Carga fósforo (kgP/dia)	Concentração média fósforo total (mgP/L)	Coliformes fecais (estimado) (NIMP/100ml)
2019	32,79	140.915	12.951	150,0	64,18	23,13	87,31	7.543	100,14	138,65	7.046	7.046	934	14.092	1.868	1.127	149	141	18,7	5,00E+07
2020	32,79	141.945	13.062	150,0	64,64	23,33	87,97	7.601	100,90	139,69	7.097	7.097	934	14.194	1.867	1.136	149	142	18,7	5,00E+07
2021	37,19	142.947	14.938	150,0	73,84	26,68	100,52	8.685	115,28	159,59	7.147	7.147	823	14.295	1.646	1.144	132	143	16,5	5,00E+07
2022	41,59	143.918	16.840	150,0	83,14	30,08	113,21	9.782	129,84	179,72	7.196	7.196	736	14.392	1.471	1.151	118	144	14,7	5,00E+07
2023	45,99	144.856	18.767	150,0	92,53	33,52	126,05	10.891	144,55	200,07	7.243	7.243	665	14.486	1.330	1.159	106	145	13,3	5,00E+07
2024	50,39	145.756	20.716	150,0	102,02	37,00	139,01	12.011	159,42	220,63	7.288	7.288	607	14.576	1.214	1.166	97	146	12,1	5,00E+07
2025	54,79	146.617	22.687	150,0	111,58	40,52	152,10	13.141	174,41	241,36	7.331	7.331	558	14.662	1.116	1.173	89	147	11,2	5,00E+07
2026	59,19	147.437	24.677	150,0	121,22	44,07	165,29	14.281	189,53	262,26	7.372	7.372	516	14.744	1.032	1.179	83	147	10,3	5,00E+07
2027	63,60	148.214	26.685	150,0	130,91	47,66	178,57	15.429	204,76	283,30	7.411	7.411	480	14.821	961	1.186	77	148	9,6	5,00E+07



Data	Índice Atend. (%)	População Atendida (Hab.)	Ligações Atendidas (un.)	Consumo Per capita (L/hab.dia)	Q doméstico médio (L/s)	Infiltração (L/s)	Q sanitário médio (L/s)	Q sanitário médio (m <sup>3</sup> /dia)	Q sanitário dia maior consumo c/ k1 (L/s)	Q sanitário máximo c/ k1 e k2 (L/s)	Carga DBO doméstica (kg/dia)	Carga DBO total (kg/dia)	Concentração média DBO (mg/L)	Carga DQO (Kg/dia)	Concentração média DQO (mg/L)	Carga N-NKT (KgN/dia)	Concentração média N-NKT (mgN/L)	Carga fósforo (kgP/dia)	Concentração média fósforo total (mgP/L)	Coliformes fecais (estimado) (NMP/100ml)
2028	68,00	148.947	28.709	150,0	140,66	51,27	191,94	16.583	220,07	304,47	7.447	7.447	449	14.895	898	1.192	72	149	9,0	5,00E+07
2029	72,40	149.634	30.746	150,0	150,46	54,91	205,37	17.744	235,46	325,74	7.482	7.482	422	14.963	843	1.197	67	150	8,4	5,00E+07
2030	76,80	150.278	32.797	150,0	160,29	58,58	218,87	18.910	250,93	347,10	7.514	7.514	397	15.028	795	1.202	64	150	7,9	5,00E+07
2031	81,20	150.876	34.858	150,0	170,15	62,26	232,41	20.080	266,44	368,53	7.544	7.544	376	15.088	751	1.207	60	151	7,5	5,00E+07
2032	85,60	151.425	36.928	150,0	180,03	65,95	245,98	21.253	281,99	390,00	7.571	7.571	356	15.143	713	1.211	57	151	7,1	5,00E+07
2033	90,00	151.929	39.005	150,0	189,91	69,66	259,57	22.427	297,56	411,50	7.596	7.596	339	15.193	677	1.215	54	152	6,8	5,00E+07
2034	90,00	152.383	39.171	150,0	190,48	69,96	260,44	22.502	298,54	412,82	7.619	7.619	339	15.238	677	1.219	54	152	6,8	5,00E+07
2035	90,00	152.793	39.327	150,0	190,99	70,24	261,23	22.570	299,43	414,02	7.640	7.640	338	15.279	677	1.222	54	153	6,8	5,00E+07
2036	90,00	153.155	39.470	150,0	191,44	70,49	261,94	22.631	300,23	415,09	7.658	7.658	338	15.316	677	1.225	54	153	6,8	5,00E+07
2037	90,00	153.471	39.602	150,0	191,84	70,73	262,57	22.686	300,94	416,04	7.674	7.674	338	15.347	677	1.228	54	153	6,8	5,00E+07





Data	Índice Atend. (%)	População Atendida (Hab.)	Ligações Atendidas (un.)	Consumo Per capita (L/hab.dia)	Q doméstico médio (L/s)	Infiltração (L/s)	Q sanitário médio (L/s)	Q sanitário médio (m <sup>3</sup> /dia)	Q sanitário dia maior consumo c/ k1 (L/s)	Q sanitário máximo c/ k1 e k2 (L/s)	Carga DBO doméstica (kg/dia)	Carga DBO total (kg/dia)	Concentração média DBO (mg/L)	Carga DQO (Kg/dia)	Concentração média DQO (mg/L)	Carga N-NKT (KgN/dia)	Concentração média N-NKT (mgN/L)	Carga fósforo (kgP/dia)	Concentração média fósforo total (mgP/L)	Coliformes fecais (estimado) (NMP/100ml)
2038	90,00	153.742	39.722	150,0	192,18	70,94	263,12	22.734	301,56	416,86	7.687	7.687	338	15.374	676	1.230	54	154	6,8	5,00E+07
2039	90,00	153.968	39.832	150,0	192,46	71,14	263,60	22.775	302,09	417,57	7.698	7.698	338	15.397	676	1.232	54	154	6,8	5,00E+07
2040	90,00	154.151	39.930	150,0	192,69	71,31	264,00	22.810	302,54	418,15	7.708	7.708	338	15.415	676	1.233	54	154	6,8	5,00E+07
2041	90,00	154.292	40.017	150,0	192,86	71,47	264,34	22.839	302,91	418,63	7.715	7.715	338	15.429	676	1.234	54	154	6,8	5,00E+07
2042	90,00	154.389	40.094	150,0	192,99	71,61	264,59	22.861	303,19	418,98	7.719	7.719	338	15.439	675	1.235	54	154	6,8	5,00E+07
2043	90,00	154.445	40.160	150,0	193,06	71,73	264,78	22.877	303,39	419,23	7.722	7.722	338	15.445	675	1.236	54	154	6,8	5,00E+07
2044	90,00	154.460	40.215	150,0	193,07	71,82	264,90	22.887	303,51	419,36	7.723	7.723	338	15.446	675	1.236	54	154	6,8	5,00E+07
2045	90,00	154.445	40.160	150,0	193,06	71,73	264,78	22.877	303,39	419,23	7.722	7.722	338	15.445	675	1.236	54	154	6,8	5,00E+07
2046	90,00	154.435	40.261	150,0	193,04	71,91	264,95	22.892	303,56	419,38	7.722	7.722	337	15.443	675	1.235	54	154	6,7	5,00E+07
2047	90,00	154.368	40.295	150,0	192,96	71,97	264,93	22.890	303,52	419,29	7.718	7.718	337	15.437	674	1.235	54	154	6,7	5,00E+07



Data	Índice Atend. (%)	População Atendida (Hab.)	Ligações Atendidas (un.)	Consumo Per capita (L/hab.dia)	Q doméstico médio (L/s)	Infiltração (L/s)	Q sanitário médio (L/s)	Q sanitário médio (m <sup>3</sup> /dia)	Q sanitário dia maior consumo c/ k1 (L/s)	Q sanitário máximo c/ k1 e k2 (L/s)	Carga DBO doméstica (kg/dia)	Carga DBO total (kg/dia)	Concentração média DBO (mg/L)	Carga DQO (Kg/dia)	Concentração média DQO (mg/L)	Carga N-NKT (KgN/dia)	Concentração média N-NKT (mgN/L)	Carga fósforo (kgP/dia)	Concentração média fósforo total (mgP/L)	Coliformes fecais (estimado) (NMP/100ml)
2048	90,00	154.260	40.319	150,0	192,83	72,01	264,83	22.882	303,40	419,09	7.713	7.713	337	15.426	674	1.234	54	154	6,7	5,00E+07
2049	90,00	154.111	40.332	150,0	192,64	72,03	264,67	22.868	303,20	418,78	7.706	7.706	337	15.411	674	1.233	54	154	6,7	5,00E+07
2050	90,00	153.921	40.334	150,0	192,40	72,04	264,44	22.847	302,92	418,36	7.696	7.696	337	15.392	674	1.231	54	154	6,7	5,00E+07
2051	90,00	153.688	40.325	150,0	192,11	72,02	264,13	22.821	302,55	417,82	7.684	7.684	337	15.369	673	1.230	54	154	6,7	5,00E+07
2052	90,00	153.413	40.305	150,0	191,77	71,99	263,75	22.788	302,11	417,17	7.671	7.671	337	15.341	673	1.227	54	153	6,7	5,00E+07
2053	90,00	153.096	40.274	150,0	191,37	71,93	263,30	22.749	301,57	416,40	7.655	7.655	336	15.310	673	1.225	54	153	6,7	5,00E+07
2054	90,00	152.734	40.231	150,0	190,92	71,85	262,77	22.703	300,95	415,51	7.637	7.637	336	15.273	673	1.222	54	153	6,7	5,00E+07
2055	90,00	152.331	40.177	150,0	190,41	71,76	262,17	22.651	300,25	414,50	7.617	7.617	336	15.233	672	1.219	54	152	6,7	5,00E+07
2056	90,00	152.178	40.189	150,0	190,22	71,78	262,00	22.637	300,05	414,18	7.609	7.609	336	15.218	672	1.217	54	152	6,7	5,00E+07

Fonte: Enejota, 2019.

### **6.10.3.3 Estação de Tratamento de Esgoto – Sistema Granjeiro**

De acordo com o estudo populacional a vazão média afluyente à ETE Granjeiro é de 161,20 L/s e a vazão máxima igual a 255,07 L/s, que correspondem a uma população de 93.868 habitantes (máxima até 2056).

A ETE Granjeiro deverá ter dois módulos de 80 L/s cada para facilitar a operação e a manutenção das unidades.

O corpo receptor do efluente da ETE Granjeiro é o afluyente do Rio Granjeiro, enquadrado como Classe 2.

O processo de tratamento proposto deverá atingir uma eficiência mínima de modo que o efluente não confira ao corpo receptor características de qualidade em descordo com as que constam na classe que estiver enquadrado, além de outros parâmetros específicos conforme a legislação.

A tecnologia proposta para atingir a eficiência descrita anteriormente é:

Reator UASB seguido de Filtro Biológico Percolador (FBP) e Decantador Secundário (UASB + FBP + DS) (ver Anexos 12 a 16)

Além disso, a ETE possuirá sistema de desinfecção através da dosagem de hipoclorito de sódio. Espera-se uma eficiência mínima de 90% para o processo proposto.

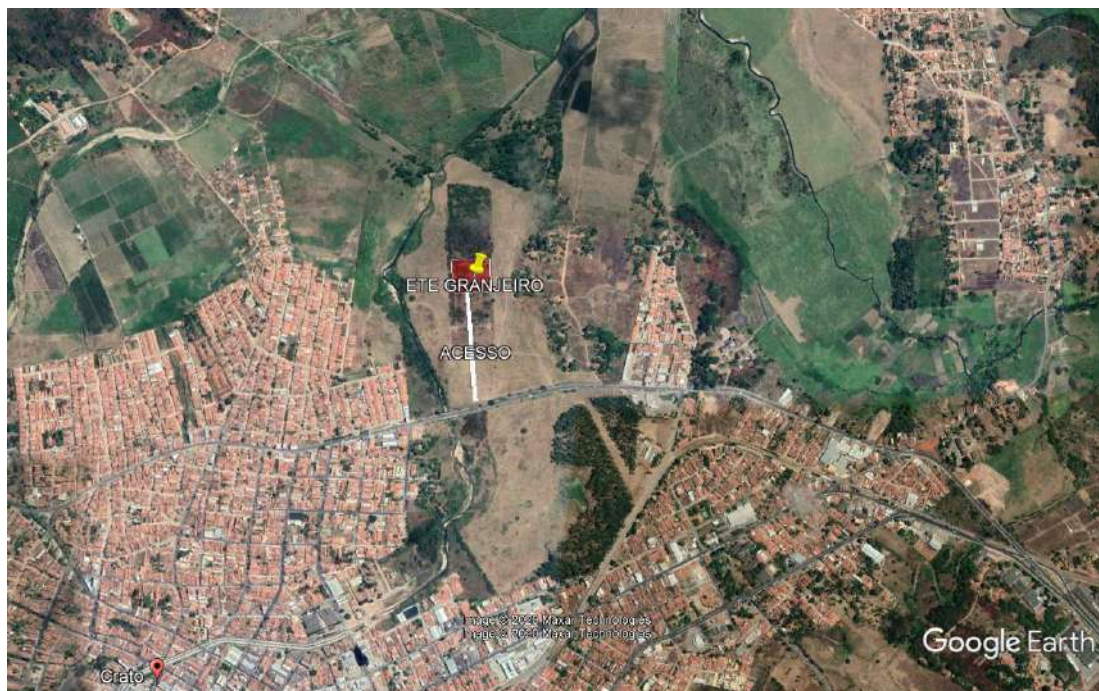
Na etapa de execução poderá ser adotada uma tecnologia alternativa de mesma eficiência e garantia dos resultados aqui propostos.

Neste estudo de concepção foram propostos reatores UASB em concreto e módulos lamelares para os meios de suporte dos FBP.

#### **6.10.3.4 Área a Desapropriar**

Para implantação da ETE Granjeiro não será necessário desapropriar nenhuma área e deverá ser utilizada uma área onde já existe uma ETE desativada, portanto será necessário desapropriar uma área de aproximadamente 2.200 m<sup>2</sup> para implantação do acesso a unidade, conforme imagem com a localização apresentada a seguir:

**FIGURA 31. LOCALIZAÇÃO DA ETE GRANJEIRO.**



Fonte: Adaptado Google Earth®, 2019.

#### **6.10.4 Estação de Tratamento de Esgoto – Sistema Petrobrás**

De acordo com o estudo populacional a vazão média afluyente à ETE Petrobrás é de 88,27 L/s e a vazão máxima igual a 139,73 L/s, que correspondem a uma população de 50.679 habitantes (máxima até 2056).

A ETE Petrobrás deverá ter dois módulos de 45 L/s cada para facilitar a operação e a manutenção das unidades.

O corpo receptor do efluente da ETE Petrobrás é o afluyente do Rio da Batateira, enquadrado como Classe 2.

O processo de tratamento proposto deverá atingir uma eficiência mínima de modo que o efluente não confira ao corpo receptor características de qualidade em

descordo com as que constam na classe que estiver enquadrado, além de outros parâmetros específicos conforme a legislação.

#### **6.10.4.1 Área a Desapropriar**

Para implantação da ETE Granjeiro será necessário desapropriar uma área de aproximadamente 10.500 m<sup>2</sup> nas proximidades da Rua Pedro Gomes de Norões no Bairro Muriti, com coordenadas 7°13'5.67"S e 39°22'38.00"O, conforme imagem com a localização apresentada a seguir:

**FIGURA 32. LOCALIZAÇÃO DA ETE PETROBRÁS.**



Fonte: Adaptado Google Earth®, 2019.

#### **6.10.5 Estação de Tratamento de Esgoto – Sistema Dom Quintino**

De acordo com o estudo populacional a vazão média afluyente à ETE Dom Quintino é de 3,74 L/s e a vazão máxima igual a 5,97 L/s, que correspondem a uma população de 2.320 habitantes (máxima até 2056).

A ETE Dom Quintino deverá ter dois módulos de 2,00 L/s cada para facilitar a operação e a manutenção das unidades.

O corpo receptor do efluente da ETE Dom Quintino é o Riacho do Jardim, enquadrado como Classe 2.

O processo de tratamento proposto deverá atingir uma eficiência mínima de modo que o efluente não confira ao corpo receptor características de qualidade em desacordo com as que constam na classe que estiver enquadrado, além de outros parâmetros específicos conforme a legislação.

A tecnologia proposta para atingir a eficiência descrita anteriormente é:

Reator UASB seguido de Filtro Aeróbio Submerso e Decantador Secundário de alta taxa - Lamelar. (UASB + FAS + DS)

Além disso, a ETE possuirá sistema de desinfecção através da dosagem de hipoclorito de sódio. Espera-se uma eficiência mínima de 90% para o processo proposto.

Na etapa de execução poderá ser adotada uma tecnologia alternativa de mesma eficiência e garantia dos resultados aqui propostos.

Neste estudo de concepção foram propostas unidades compactas com tanques em fibra de vidro.

#### **6.10.5.1 Área a Desapropriar**

Para implantação da ETE Dom Quintino será necessário desapropriar uma área de 370 m<sup>2</sup> no Distrito Dom Quintino, conforme imagem com a localização apresentada a seguir:

**FIGURA 33. LOCALIZAÇÃO DA ETE DOM QUINTINO.**



Fonte: Adaptado Google Earth®, 2019.

#### **6.10.6 Estação de Tratamento de Esgoto – Sistema Ponta da Serra**

De acordo com o estudo populacional a vazão média afluyente à ETE Granjeiro é de 5,32 L/s e a vazão máxima igual a 8,42 L/s, que correspondem a uma população de 3.387 habitantes (máxima até 2056).

A ETE Ponta da Serra deverá ter dois módulos de 3,00 L/s cada para facilitar a operação e a manutenção das unidades.

O corpo receptor do efluente da ETE Ponta da Serra é o Riacho dos Carás, enquadrado como Classe 2.

O processo de tratamento proposto deverá atingir uma eficiência mínima de modo que o efluente não confira ao corpo receptor características de qualidade em desacordo com as que constam na classe que estiver enquadrado, além de outros parâmetros específicos conforme a legislação.

A tecnologia proposta para atingir a eficiência descrita anteriormente é:

Reator UASB seguido de Filtro Aeróbio Submerso e Decantador Secundário de alta taxa - Lamelar. (UASB + FAS + DS)

Além disso, a ETE possuirá sistema de desinfecção através da dosagem de hipoclorito de sódio. Espera-se uma eficiência mínima de 90% para o processo proposto.

Na etapa de execução poderá ser adotada uma tecnologia alternativa de mesma eficiência e garantia dos resultados aqui propostos.

Neste estudo de concepção foram propostas unidades compactas com tanques em fibra de vidro.

#### **6.10.6.1 Área a Desapropriar**

Para implantação da ETE Ponta da Serra será necessário desapropriar uma área de 370 m<sup>2</sup>, conforme imagem com a localização apresentada a seguir:

**FIGURA 34. LOCALIZAÇÃO DA ETE PONTA DA SERRA.**



Fonte: Adaptado Google Earth®, 2019.



## **7 COMPATIBILIZAÇÃO DAS CARÊNCIAS COM AS AÇÕES DECORRENTES DO PROJETO ENGENHARIA**

Conforme já mencionado, a compatibilização das carências levantadas com as ações decorrentes deste Projeto de Engenharia implica em medidas de natureza educacional e de obras de engenharia, que deverão acarretar em esforço conjunto entre o Poder Público e a Sociedade, e em custos expressivos para o órgão gestor do sistema.

O sucesso da implementação das ações previstas depende do acompanhamento das realizações propostas pela SAAEC, pela sociedade civil, de acordo com o planejamento de intervenções apresentado, e da disponibilidade orçamentária para efetivação dessas ações.

De acordo com as observações realizadas para os diferentes cenários considerados, as ações propostas terão grande eficácia em suprir as carências apontadas para o sistema de esgotamento sanitário.

A Tabela a seguir, apresenta um resumo das carências observadas durante a elaboração do Projeto de Engenharia, e as medidas necessárias para a mitigação das mesmas.

**TABELA 35. CARÊNCIAS OBSERVADAS E AÇÕES MITIGADORAS PREVISTAS PARA O SES.**

<b>OBRAS DE ENGENHARIA</b>	
<b>CARÊNCIAS IDENTIFICADAS</b>	<b>AÇÕES MITIGADORAS</b>
<b>Redes Coletoras</b>	
Redes antigas, com vazamentos, materiais obsoletos e diâmetros inadequados.	Substituição das redes conforme previsto no plano de substituição elaborado neste Projeto de Engenharia.
Distribuição mal realizada das redes no sistema devido à expansão desordenada do município.	Verificação da disposição atual a partir do cadastro e realização do estudo de melhorias contemplando as projeções de crescimento realizadas neste Projeto Conceitual de Engenharia.
Redes recebendo contribuição de águas pluviais acarretando diversos problemas de rompimentos e extravasamentos.	Fiscalização junto às economias para verificação e correção de ligações irregulares na rede de esgotamento.
Insuficiência da extensão de redes ao longo dos anos conforme o crescimento da população.	Ampliação das redes de esgotamento conforme previsto por este Projeto de Engenharia acompanhando a evolução da população e expansão das áreas de industrialização.

<b>OBRAS DE ENGENHARIA</b>	
<b>CARÊNCIAS IDENTIFICADAS</b>	<b>AÇÕES MITIGADORAS</b>
<b>Emissários</b>	
Falta de cadastro e faixas de servidão.	Realização imediata do cadastro das redes, coletores, PV e instituição das faixas de servidão.
<b>Estações Elevatórias de Esgoto</b>	
Falta de EEE ao longo do sistema de esgotamento.	Inclusão das estações seguindo os projetos dos sistemas de esgotamento.
<b>Estações de Tratamento de Esgoto</b>	
Falta de Estações de tratamento nas bacias.	Executar as devidas estações de acordo com os projetos dos sistemas de esgotamento.
Aumento da capacidade de tratamento.	Inclusão de sistemas de melhoria conforme Projeto Conceitual.

<b>AÇÕES DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL</b>	
<b>CARÊNCIAS IDENTIFICADAS</b>	<b>AÇÕES MITIGADORAS</b>
Lançamento de esgoto sem tratamento nos cursos d'água.	Ações de educação ambiental e incentivo à identificação de lançamentos irregulares e saneamento dos mesmos pela SAAEC.
Poluição dos mananciais de abastecimento.	Intervenção junto aos moradores das regiões em que estão localizados esses mananciais e à sociedade como um todo no sentido de esclarecer sobre a importância de se preservar as áreas de mananciais e não jogar dejetos sólidos ou líquidos nos cursos d'água.
Ligações clandestinas de água pluvial nas redes de esgotamento sanitário.	Ações de educação ambiental para explicar os malefícios e problemas advindos dessa prática para a saúde e o meio ambiente.

Fonte: EMA / Enejota, 2019.

## **8 RISCOS DO PROJETO**

A repartição de riscos entre a CONCESSIONÁRIA e o PODER CONCEDENTE está definida na cláusula 43 do CONTRATO DE CONCESSÃO. Não obstante, para fins do Estudo de Engenharia, foi elaborada a Tabela a seguir, que apresenta os principais riscos ambientais e de gestão operacional e comercial para a implantação, operação e manutenção das unidades que compõe o sistema de esgotamento e as ações para mitigação desses riscos:

**TABELA 36. RISCOS DO PROJETO**

<b>Riscos Ambientais</b>			
<b>Risco</b>	<b>Definição do risco</b>	<b>Alocação</b>	<b>Mitigação</b>
Contaminação de águas superficiais	Custos adicionais decorrentes de eventual contaminação de águas superficiais	Concessionária	Recuperação das redes coletoras existentes, implantação de redes coletoras e interceptores, implantação de EEEs e ETEs, recuperação dos mananciais e nascentes, controle e monitoramento da qualidade da água, e possibilidade de sanção de órgãos ambientais
Contaminação do solo e lençol freático	Custos adicionais decorrentes de eventual contaminação do solo e lençol freático	Concessionária	Recuperação das redes coletoras existentes, implantação de redes coletoras e interceptores, implantação de EEEs e ETEs, mapeamento e desativação de fossas negras existentes, controle e monitoramento da contaminação de solo e do lençol freático, e possibilidade de sanção de órgãos ambientais



Risco	Definição do risco	Alocação	Mitigação
Assoreamento de corpos hídricos	Custos adicionais decorrentes de eventual assoreamento de corpos hídricos	Concessionária	Medidas de recuperação e recomposição das áreas de Bota-Fora e medidas de proteção e prevenção de contaminação do solo, e possibilidade de sanção de órgãos ambientais
Alteração da qualidade do ar	Custos adicionais decorrentes de eventual alteração da qualidade do ar	Concessionária	Medidas e/ou Equipamentos para controle de emissões atmosféricas, sanção de órgãos ambientais
Alteração da qualidade da água	Custos adicionais decorrentes de eventual alteração da qualidade da água	Concessionária	Plano de Monitoramento da Qualidade da Água; possibilidade de sanção de órgãos ambientais
Poluição Sonora	Custos adicionais decorrentes de eventual poluição sonora	Concessionária	Medidas e/ou Equipamentos para controle de ruídos; possibilidade de sanção de órgãos ambientais
Geração de resíduos sólidos	Custos adicionais decorrentes da geração de resíduos sólidos	Concessionária	Plano de monitoramento e controle, descarte em Bota-Fora licenciado e limpeza geral da obra; possibilidade de sanção de órgãos ambientais
Supressão de vegetação e Interferência com Ucs	Custos adicionais decorrentes de eventual supressão de vegetação e interferência com Ucs	Concessionária	Plano de Controle, recomposição de vegetação e anuência nos órgãos; possibilidade de sanção de órgãos ambientais



<b>Risco</b>	<b>Definição do risco</b>	<b>Alocação</b>	<b>Mitigação</b>
Interferência na Fauna local	Custos adicionais decorrentes de eventual dano à Fauna Local	Concessionária	Medidas para redução dos impactos na fauna local e controle das populações; possibilidade de sanção de órgãos ambientais
Mudanças na paisagem local	Custos adicionais decorrentes de eventual dano à paisagem local	Concessionária	Medidas e planos de redução de impacto na paisagem; possibilidade de sanção de órgãos ambientais
Atração de vetores	Custos adicionais decorrentes de eventual atração de vetores de doenças	Concessionária	Planos de monitoramento e controle de vetores; possibilidade de sanção de órgãos ambientais
Impactos no tráfego local	Custos adicionais decorrentes de eventual impacto no tráfego local	Concessionária	Sinalização de obras e acompanhamento de órgão de trânsito em áreas críticas. Adequação dos horários de implantação das obras; possibilidade de sanção de órgãos ambientais
Emissão de gases	Custos adicionais decorrentes de eventual emissão de gases	Concessionária	Controle de vazamentos e implantação de sistemas de queima de gases; possibilidade de sanção de órgãos ambientais



Risco	Definição do risco	Alocação	Mitigação
Emissão de odores	Custos adicionais decorrentes de eventual emissão de odores	Concessionária	Controle de vazamentos e implantação de sistemas de controle de odores; possibilidade de sanção de órgãos ambientais
Geração de lodo	Custos adicionais decorrentes de eventual geração de lodo	Concessionária	Implantação de sistemas de tratamento, disposição correta e reaproveitamento do lodo; possibilidade de sanção de órgãos ambientais
Vazamentos	Custos adicionais decorrentes de eventuais vazamentos	Concessionária	Manutenção preventiva de válvulas e equipamentos, instalação correta, limpeza e remoção de resíduos sólidos e testes de estanqueidade; possibilidade de sanção de órgãos ambientais
Regularidade ambiental do sistema	Risco de não obtenção das licenças ambientais necessárias ou de não concluir os serviços na vigência do licenciamento	Concessionária	Obtenção de licenças e outorgas; Regularização da situação das unidades existentes



<b>Riscos Operacionais</b>			
<b>Risco</b>	<b>Definição do risco</b>	<b>Alocação</b>	<b>Mitigação</b>
Desvios em relação à demanda projetada	A vazão de esgoto a ser tratado pela Concessionária ser diferente à vazão projetada no estudo de viabilidade.	Concessionária	Implantar Sistema de Gestão Comercial; Cadastrar consumidores; Redução de fraudes; Adequar Macro e micromedição. Revisão periódica do Plano de Saneamento; Revisão do plano de investimentos; Elaboração de projetos; Execução de obras.
Não adesão à rede de esgoto	Não adesão pelo usuário às redes de esgoto após sua implantação	Concessionária	Previsão na Lei Federal n.º 11.455/2007 tornando obrigatória a adesão ao sistema; Previsão no Caderno de Encargos de mobilização social atrelada à educação ambiental a serem executados pela Concessionária.
Inovação Tecnológica	Aumento de custos causados direta ou indiretamente relacionada a avanços tecnológicos obrigatórios e que afetem o objeto do CONTRATO DE CONCESSÃO.	Concessionária	Adequação das unidades existentes; Substituição de equipamentos e insumos.



<b>Risco</b>	<b>Definição do risco</b>	<b>Alocação</b>	<b>Mitigação</b>
Risco de operação, manutenção de rede e disponibilização dos serviços	Risco de que a operação, manutenção e disponibilização dos SERVIÇOS sejam feitas de forma deficiente	Concessionária	Previsão no CONTRATO DE CONCESSÃO e em Anexo específico de Indicadores de Desempenho, que assegurem a qualidade dos SERVIÇOS prestados pela Concessionária; Elaboração de Plano Operacional e transferência operacional.
Custos de operação, manutenção de rede e disponibilização dos serviços	Custos adicionais de operação, manutenção de rede e disponibilização dos serviços por previsão incorreta	Concessionária	Previsão no CONTRATO DE CONCESSÃO de que o risco de variação nos custos operacionais e de manutenção são alocados à Concessionária.
Atendimento das metas de desempenho contratuais	Perdas de receita causadas por dificuldade em atingir metas de desempenho contratuais	Concessionária	Previsão no CONTRATO DE CONCESSÃO da possibilidade de aplicação de sanções pelo descumprimento das obrigações do CONTRATO DE CONCESSÃO

Fonte: Enejota, 2019.

## **9 CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO E PLANOS DE INVESTIMENTO CAPEX**

Para determinação do custo de implantação e plano de investimentos é necessário ter conhecimento das infraestruturas existentes e da infraestrutura a ser implantada para atendimento das demandas e das metas de universalização. Para o município do Crato considerou-se a implantação de 252.411 metros de redes coletoras e interceptores e a substituição de 36.059 metros da rede coletora existente, além da implantação de 22 Estações Elevatórias de Esgoto, quatro Estações de Tratamento de Esgoto, com a desativação futura das ETE existentes e a implantação de 1.320 metros de emissários.

A estimativa de investimento está diretamente relacionada ao índice atual de atendimento do sistema de esgotamento, e aos planos de metas de atendimento adotados neste estudo. Foram feitas planilhas orçamentárias detalhadas com base nos padrões e quantitativos definidos nos projetos de engenharia, com a utilização dos valores da tabela SINAPI-CE e valores de mercado quando da inexistência dos valores na tabela referida.

Também foram estimados os custos para aquisição de áreas, desenvolvimento dos projetos executivos, canteiro e administração de obras, além dos custos para instalação e substituição de hidrômetros a cada sete anos, já que foi previsto que a gestão comercial dos serviços de água deverá ser realizada pelo responsável pelo serviço de esgotamento.

Os resumos das planilhas orçamentárias estão anexados a este relatório (Anexo 1) e os valores de investimentos previstos para universalização do sistema de esgotamento estão apresentados na Tabela a seguir:

**TABELA 37. CAPEX PARA UNIVERSALIZAÇÃO DO SES DO MUNICÍPIO DO CRATO  
(DATA BASE: AGOSTO/2021)**

Descrição	Valores [R\$]
Canteiro de Obras/ Administração de obra	2.059.878,08
Ligações domiciliares	23.885.751,23
Ligações intradomiciliares	4.783.550,00
Rede coletora de esgoto	108.435.017,07
Estação elevatória de esgoto	7.034.760,98
Linha de recalque de esgoto	7.072.424,56
Estação de tratamento de esgoto	49.847.673,59
Reforma/ Adequação ETE existente	430.000,00
Emissário	873.943,35
Aquisição de áreas	4.546.250,00
Ressarcimento do FEP + B3	2.513.386,23
Projetos	6.112.669,77
Certificação Projeto Executivo	1.368.481,85
Substituição de Hidrômetros	29.081.711,86
<b>Total</b>	<b>248.045.498,56</b>

Fonte: Enejota, 2021.

## 10 CUSTOS OPERACIONAIS - OPEX

Visando a universalização e uma estrutura tarifária, os custos de OPEX foram estimados em função dos itens de mão de obra e insumos relacionados com a operação dos sistemas de esgoto. O valor estimado para manutenção e operação do sistema durante o horizonte de projeto está apresentado na Tabela a seguir:

**TABELA 38. CUSTOS E DESPESAS – OPEX  
(DATA BASE: AGOSTO/2021)**

<b>Custos e Despesas - OPEX</b>		<b>R\$ 307.872.687,79</b>
<b>ÁGUA</b>		
<b>Gestão Comercial &amp; Administrativas Água</b>		<b>36.661.605,56</b>
Despesas de Pessoal Comercial e Administrativo		31.661.446,78
Despesas com veículos		5.000.158,77
<b>ESGOTO</b>		
<b>Operacionais Esgoto</b>		<b>256.604.554,35</b>
Despesas de Pessoal Operacional		68.644.575,62
Energia Elétrica Esgoto		72.469.027,36
Produtos Químicos de Esgoto		12.844.413,70
Manutenção do Sistema		51.679.814,93
Análises Laboratoriais		7.638.817,16
Lodo Esgoto (Processo UASB)		36.359.380,25
Despesas com veículos		6.968.525,34
<b>Comerciais &amp; Administrativas Esgoto</b>		<b>14.606.527,88</b>
Despesas de Pessoal Comercial e Administrativo		8.255.067,37
Despesas com Licenciamento Ambiental e Terceiros		5.065.479,67
Despesas com veículos		1.285.980,84

Fonte: Enejota, 2021.

Estão descritos a seguir os principais parâmetros para dimensionamento dos custos de OPEX nos diversos setores operacionais.

## 10.1 PESSOAL OPERACIONAL

O cálculo dos custos operacionais de esgoto considerou a quantidade de ligações atendidas por funcionários, e a partir da quantidade de funcionários e um salário anual determinado por categoria (engenharia, operação e manutenção), calculou-se o custo por ligação (R\$/lig. Ano).

O custo mensal da mão de obra por categoria somou o salário por categoria, encargos e benefícios, como: Transporte, Benefícios (odontológico, convenio, etc.), Refeição, Encargos e Meses de salário. Os salários foram definidos com base nos valores praticados por empresas privadas de saneamento.

A Tabela a seguir, apresenta a quantidade de ligações atendida por funcionário no município do Crato-CE.

**TABELA 39. QUANTIDADE DE LIGAÇÕES ATENDIDA POR FUNCIONÁRIO**

Item	Ligações
<i>Manutenção</i>	1.800
<i>Engenharia</i>	20.000
<i>Operação</i>	10.000

Fonte: Enejota, 2021.

A Tabela a seguir, apresenta o custo anual por tipo de mão de obra operacional, por Grupo.

**TABELA 40. CUSTO SALÁRIO ANUAL DA MÃO DE OBRA OPERACIONAL (R\$/FUNC.ANO)**

Item	Salário
<i>Manutenção</i>	58.680
<i>Engenharia</i>	162.360
<i>Operação</i>	58.680

Fonte: Enejota, 2021.

A Tabela a seguir, apresenta os custos de mão de obra operacional por ligação, valor estimado a partir do número de funcionários necessários por ligação multiplicado pelo salário anual.

**TABELA 41. CUSTO ANUAL DA MÃO DE OBRA OPERACIONAL POR LIGAÇÃO (R\$/LIG. ANO)**

Item	Custo
<i>Manutenção</i>	32,60
<i>Engenharia</i>	16,24
<i>Operação</i>	5,87

Fonte: Enejota, 2021.

## 10.2 DESPESAS ADMINISTRATIVAS

### 10.2.1 Pessoal

O cálculo do número de funcionários administrativos esgoto foi definido como 10% de toda mão de obra direta, resultando em um número de pessoal administrativo por ligação.

Para água foi considerado 01 (um) funcionário para cada 4.500 ligações para realização da gestão comercial.

O custo mensal da mão de obra somou o salário, encargos e benefícios, como: Transporte, Benefícios (odontológico, convenio, etc.), Refeição, Encargos e Meses de salário

A partir da quantidade de funcionários administrativos e o salário anual, calculou-se o custo por ligação (R\$/lig. Ano). A totalização destes custos por bloco está representada na Tabela a seguir:

**TABELA 42. CUSTO SALÁRIO ANUAL ADMINISTRATIVO (R\$/FUNC.ANO)**

Item	Esgoto
<i>Administração</i>	93.240

Fonte: Enejota, 2021.

A Tabela a seguir, apresenta os custos de mão de obra administrativa por ligação.

**TABELA 43. CUSTO ANUAL MÃO DE OBRA ADMINISTRATIVA POR LIGAÇÃO (R\$/LIG.ANO)**

Item	Esgoto	Água
Administração	6,58	20,72

Fonte: Enejota, 2021.

Foi considerado o custo de mão de obra de pessoal comercial e administrativo para o sistema de água em função da gestão comercial que deverá ser realizada pelo responsável pelo sistema de esgoto.

### 10.2.2 Veículos

Para definição da quantidade de veículos para operação, manutenção e administrativo considerou-se um veículo a cada dois funcionários de manutenção e engenharia, responsáveis pelo sistema de água e um veículo a cada quatro funcionários de manutenção e engenharia, responsáveis pelo sistema de esgoto.

A despesa anual estimada com cada veículo é de R\$ 29.400,00 para operação do sistema de esgoto, R\$ 29.450,00 para administração do sistema de água e R\$ 29.050,00 para administração do sistema de esgoto e abrange custos: como Compra do veículo, Vida útil, Gasolina, IPVA, Licenciamento, Manutenção e Seguro. Os valores estimados são apresentados na Tabela a seguir:

**TABELA 44. DESPESAS OPERACIONAIS COM VEÍCULOS (R\$/LIG.ANO)**

Item	Despesa
Veículos Esgoto (operacional)	5,55
Veículos Esgoto (administrativo)	1,02
Veículos Água (administrativo)	3,27

Fonte: Enejota, 2021.

Foram considerados os custos de despesas operacionais de veículos para o sistema de água em função da gestão comercial que deverá ser realizada pelo responsável pelo sistema de esgoto

### 10.2.3 Licenciamento Ambiental e Terceiros.

Para a regularidade ambiental das unidades existentes e das licenças necessárias para ampliação e universalização do SES, o valor cobrado a título de licenciamento corresponderá à soma algébrica do valor correspondente ao requerimento de Licença Prévia – LP, Licença de Instalação – LI e Licença de Operação – LO, além do valor para emissão de Outorga de Lançamento. Foram ainda considerados os custos para realização dos estudos e projetos e para implantação de medidas de mitigação de impactos ambientais. Os valores estimados são apresentados na Tabela a seguir:

**TABELA 45. DESPESAS COM LICENCIAMENTO AMBIENTAL E TERCEIROS (R\$/LIG.ANO)**

Item	Despesa
<i>Despesas com Licenciamento Ambiental</i>	2,63
<i>Despesas com Terceiros</i>	1,41
<b>Total</b>	<b>4,04</b>

Fonte: Enejota, 2021.

### 10.2.4 Energia Elétrica

Para o consumo de energia foi estimado um total de Kw/h.ano em função das unidades dimensionadas para o sistema de esgotamento e foi utilizada a tarifa cobrada pela ENEL no município do Crato-CE para o grupo B3 (Água, Esgoto e Saneamento) que é igual a R\$ 0,77363/kW/h (bandeira amarela). O custo estimado de energia elétrica está apresentado na Tabela a seguir:

**TABELA 46. DESPESAS COM ENERGIA ELÉTRICA (R\$/ANO)**

Potência Instalada (EEE e ETE após universalização)	405,81 Kw
Horas Funcionamento	20 h/dia
Total kWh/ano	2.962.424 kWh/ano
Custo kWh (bandeira amarela)	R\$ 0,77363/kWh
<b>Despesas com Energia Elétrica</b>	<b>R\$ 2.291.820,45/ano</b>

Fonte: Enejota, 2021.



### 10.2.5 Produtos Químicos

O consumo de produtos químicos foi estimado a partir das vazões de água e esgoto, e processos de tratamento utilizados.

A Tabela a seguir, apresenta um resumo dos consumos e custos considerados para o sistema de tratamento de esgoto.

**TABELA 47. CONSUMO E CUSTOS DE PRODUTOS QUÍMICOS PARA TRATAMENTO DE ESGOTO**

<b>Correção de pH</b>	
<i>Vazão</i>	1,000 m <sup>3</sup> /h
<i>Consumo</i>	5,326 mg/l
<i>Necessidade de Alcalinizante</i>	0,005 Kg/m <sup>3</sup>
<i>Custo da Cal</i>	1,995 R\$/Kg
<b>Desinfecção</b>	
<i>Vazão</i>	1,000 m <sup>3</sup> /h
<i>Consumo</i>	8,000 mg/l
<i>Necessidade de Cloro</i>	0,008 Kg/m <sup>3</sup>
<i>Custo do cloro</i>	4,200 R\$/Kg
<b>Polímero Desidratação de Lodo</b>	
<i>Produção de lodo</i>	0,125 Kg SST / m <sup>3</sup>
<i>Dosagem de polímero</i>	3,000 g Pol. / Kg SST
<i>Consumo de polímero por dia</i>	0,0004 Kg Pol. / m <sup>3</sup> .Dia
<i>Custo do polímero</i>	14,956 R\$ / Kg

Fonte: Enejota, 2021.

A partir do consumo por ligação calculou-se o custo de dispêndio com produtos químicos para as Estações de Tratamento de Esgotos, que é de 10,90 R\$/Lig.ano.

### 10.2.6 Manutenção do Sistema

Para definição do custo de manutenção do sistema foi assumido um percentual do CAPEX de 0,8% para esgoto.

Considerou-se um valor médio de CAPEX para 10.000 ligações por Grupo, o qual resultou em um custo de manutenção do sistema por ligação.

A Tabela, a seguir, apresenta o custo anual por ligação para manutenção do sistema de água e esgoto.

**TABELA 48. CUSTO ANUAL POR LIGAÇÃO PARA MANUTENÇÃO DO SISTEMA (R\$/LIG. ANO)**

Item	Custo
Esgoto	41,18

Fonte: Enejota, 2021.

### 10.2.7 Análises Laboratoriais

Foram consideradas para cada 10.000 ligações, duas análises da rotina operacional (diárias) e uma do controle de qualidade (mensal). Utilizando a cotação de mercado, resulta em um custo médio por ligação de esgoto de R\$ 6,09.

### 10.2.8 Lodo

Segundo a literatura a produção média de lodo, a partir do esgoto sanitário é de 35 gr/hab.dia. A Tabela a seguir, apresenta os custos para tratamento de lodo do SES.

**TABELA 49. PRODUÇÃO DE LODO NA ETE**

Kg de sólidos	35,00 g/hab
% sólidos	20%
Volume de lodo gerado	0,67 Kg/ligação
Volume de lodo tratado	0,13 Kg/ligação
Volume total de lodo	245,92 Kg/ligação.ano
Custo disposição de lodo	130,00 R\$/m <sup>3</sup> de lodo

Fonte: Enejota, 2021.

Desta maneira conclui-se que o custo operacional com lodo de esgoto é R\$ 31,97 lig./ano. Observe-se que tal custo poderá ser revertido em receita acessória a partir de um adequado tratamento do lodo, que poderá ser destinado a adubação para alguns produtos agrícolas. Esta possibilidade consta da minuta do Contrato de Concessão.

### 10.3 RESUMO DOS CUSTOS OPERACIONAIS

A partir das premissas apresentadas, os resultados de custos operacionais para os dois Grupos são apresentados na Tabela a seguir.

**TABELA 50. RESUMO DOS CUSTOS OPERACIONAIS - OPEX**

<i>Engenharia</i>	R\$/lig. Ano	R\$ 16,24
<i>Manutenção</i>	R\$/lig. Ano	R\$ 32,60
<i>Operação / Tratamento</i>	R\$/lig. Ano	R\$ 5,87
<i>Veículos</i>	R\$/lig. Ano	R\$ 5,55
<b>Administrativo</b>		
<i>Colaboradores Administrativos Água</i>	R\$/lig. Ano	R\$ 20,72
<i>Colaboradores Administrativos Esgoto</i>	R\$/lig. Ano	R\$ 6,58
<i>Licenciamento Ambiental e Terceiros</i>	R\$/lig. Ano	R\$ 4,04
<i>Veículos Água</i>	R\$/lig. Ano	R\$ 3,27
<i>Veículos Esgoto</i>	R\$/lig. Ano	R\$ 1,02
<b>Operacionais Esgoto</b>		
<i>Energia Elétrica</i>	R\$/Kwh	R\$ 0,77
<i>Produtos Químicos de Esgoto</i>	R\$/m <sup>3</sup>	R\$ 0,05
<i>Manutenção do Sistema</i>	R\$/lig. Ano	R\$ 41,18
<i>Análises Laboratoriais</i>	R\$/lig. Ano	R\$ 6,09
<i>Lodo</i>	R\$/m <sup>3</sup>	R\$ 0,20

Fonte: Enejota, 2021.

## 11 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACQUATOOL CONSULTORIA. **Projeto básico do sistema de esgotamento sanitário da cidade do Crato**. 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118**: Projeto de estruturas de concreto: procedimento. Rio de Janeiro. 2014

\_\_\_\_\_. **NBR 7229**: projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos. Rio de Janeiro. 1993.

\_\_\_\_\_. **NBR 9649**: projeto de redes coletoras de esgoto sanitário. Rio de Janeiro. 1986.

\_\_\_\_\_. **NBR 8890**: Tubo de concreto de seção circular para águas pluviais e esgotos sanitários: requisitos e métodos de ensaios. Rio de Janeiro. 2007.

\_\_\_\_\_. **NBR 9814**: execução de rede coletora de esgoto sanitário: procedimento. Rio de Janeiro. 1987.

\_\_\_\_\_. **NBR 12208**: projeto de estações elevatórias de esgoto sanitário: procedimento. Rio de Janeiro. 1992.

\_\_\_\_\_. **NBR 12209**: Elaboração de projetos hidráulico-sanitários de estações de tratamento de esgotos sanitários. Rio de Janeiro, 2011.

\_\_\_\_\_. **NBR 12211**: estudos de concepção de sistemas públicos de abastecimento de água: procedimento. Rio de Janeiro. 1992.

\_\_\_\_\_. **NBR 13969**: tanques sépticos: unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos: projeto, construção e operação. Rio de Janeiro. 1997.

\_\_\_\_\_. **NBR 14486**: sistemas enterrados para condução de esgoto sanitário: projeto de redes coletoras com tubos de PVC. Rio de Janeiro. 2000.

\_\_\_\_\_. **NBR 16085**: poços de visita e poços de inspeção para sistemas enterrados: requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro. 2012.

**BING MAPS**. Disponível em: <<https://www.bing.com/maps>>. Acesso em: ago. 2019.

**GOOGLE - Google Earth website**. Disponível em: <<https://www.google.com.br/intl/pt-PT/earth/>>. Acesso em: ago. 2019.

HELLER, L. **Esgotamento sanitário em zona de urbanização precária**. Dissertação de mestrado, UFMG, 1989.

**IBGE Cidades**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/crato>>. Acesso em: ago. 2019.

MADEIRA, J. L.; SIMÕES, C. C. S. Estimativas preliminares da população urbana e rural segundo as unidades da Federação, 1960/1980: por uma nova metodologia. **Revista Brasileira de Estatística**, v. 33, n. 129, p. 3-11, 1972.

MINISTÉRIO DAS CIDADES (2005). **Projeto de Lei nº. 5.296/2006: diretrizes para os serviços públicos de saneamento básico e a Política Nacional de Saneamento Básico – PNS**. Programa de Modernização do Setor Saneamento (série Saneamento para Todos. vol. 1). Brasília. Acesso em ago. 2019.

CRESPO, P. G. **Elevatórias nos Sistemas de Esgotos**. Belo Horizonte: UFMG, 2001.

PREFEITURA MUNICIPAL DO CRATO; SECRETARIA DAS CIDADES. **Plano Municipal de Saneamento Básico do Crato**. Acesso em ago. 2019.

**SNIS** – Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/>. Acesso em: ago. 2019.

VON SPERLING, M. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias**. Vol.1. Belo Horizonte: DESA/UFMG, 1995.

WALDVOGEL, B. **Técnicas de projeção populacional para o planejamento regional**. Belo Horizonte: UFMG/Cedeplar, 1998.

WPCF - WATER POLLUTION CONTROL FEDERATION. **Design and Construction of Sanitary and Storm Sewers**. Manual of Practice Nº 9. Water Pollution Control Federation & American Society of Civil Engineers, 2012.

## 12 ANEXOS



## **ANEXO 1 – RESUMO DO ORÇAMENTO**

**TABELA 51. PROJETO DO SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTOS DO MUNICÍPIO DO CRATO  
RESUMO – ETE GRANJEIRO**

ITEM/CÓDIGO	DESCRIÇÃO COMPLETA	UNID.	QUANT.	CUSTO UNITÁRIO (R\$)	CUSTO TOTAL (R\$)
<b>1</b>	<b>CANTEIRO DE OBRAS</b>				<b>613.179,56</b>
	CANTEIRO DE OBRAS + ADMINISTRAÇÃO LOCAL	un	1,00	613.179,56	613.179,56
<b>2</b>	<b>LIGAÇÕES DOMICILIARES</b>				<b>12.212.594,08</b>
	LIGAÇÕES DOMICILIARES	un	14.101,00	866,08	12.212.594,08
<b>2</b>	<b>LIGAÇÕES INTRADOMICILIARES</b>				<b>4.783.550,00</b>
	LIGAÇÕES INTRADOMICILIARES	un	5.000,00	956,71	4.783.550,00
<b>3</b>	<b>REDE COLETORA DE ESGOTO</b>				<b>60.925.003,03</b>
	REDE COLETORA E INTERCEPTOR DE ESGOTO PROJETADO	m	125.113,13	385,46	48.226.040,79
	SUBSTITUIÇÃO DE REDE EXISTENTE	m	32.945,00	385,46	12.698.962,24
<b>4</b>	<b>ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO</b>	<b>un</b>	<b>10,00</b>		<b>3.956.898,41</b>
	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO - TIPO I - Q=10L/S	un	4,00	165.532,62	662.130,48
	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO - TIPO II - Q=15 L/S	un	3,00	333.088,25	999.264,75
	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO - TIPO III - Q=30L/S	un	1,00	405.150,42	405.150,42
	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO - TIPO V - Q=260L/S	un	2,00	945.176,38	1.890.352,76
<b>5</b>	<b>LINHA DE RECALQUE DE ESGOTO</b>	<b>m</b>	<b>4.313,00</b>		<b>1.939.274,52</b>
	LINHA DE RECALQUE DE ESGOTO DN90MM	m	1.496,00	319,39	477.807,44
	LINHA DE RECALQUE DE ESGOTO DN110MM	m	1.316,00	469,59	617.980,44
	LINHA DE RECALQUE DE ESGOTO DN150MM	m	997,00	425,44	424.163,68
	LINHA DE RECALQUE DE ESGOTO DN450MM	m	504,00	831,99	419.322,96
<b>6</b>	<b>ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO</b>				<b>26.077.682,58</b>
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO UASB FBP DS				26.077.682,58
<b>7</b>	<b>EMISSÁRIO</b>	<b>m</b>	<b>340,00</b>		<b>315.885,40</b>
	EMISSÁRIO DN 600MM	m	340,00	929,07	315.885,40
<b>8</b>	<b>AQUISIÇÃO DE ÁREAS</b>				<b>1.175.000,00</b>
	AQUISIÇÃO DE ÁREAS PARA EEE	m <sup>2</sup>	2.500,00	250,00	625.000,00
	AQUISIÇÃO DE ÁREAS PARA ETE (ACESSO)	m <sup>2</sup>	2.200,00	250,00	550.000,00
<b>9</b>	<b>PROJETO EXECUTIVO</b>				<b>3.216.465,53</b>
	DESENVOLVIMENTO DE PROJETO EXECUTIVO				3.216.465,53
<b>TOTAL SISTEMA</b>					<b>115.215.533,11</b>

Fonte: Enejota, ago/2021.



**TABELA 52. PROJETO DO SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTOS DO MUNICÍPIO DO CRATO  
RESUMO – PETROBRAS**

ITEM/CÓDIGO	DESCRIÇÃO COMPLETA	UNID.	QUANT.	CUSTO UNITÁRIO (R\$)	CUSTO TOTAL (R\$)
<b>1</b>	<b>CANTEIRO DE OBRAS</b>				<b>613.179,56</b>
	CANTEIRO DE OBRAS + ADMINISTRAÇÃO LOCAL	un	1,00	613.179,56	613.179,56
<b>2</b>	<b>LIGAÇÕES DOMICILIARES</b>				<b>10.471.793,28</b>
	LIGAÇÕES DOMICILIARES	un	11.832,00	885,04	10.471.793,28
<b>3</b>	<b>REDE COLETORA DE ESGOTO</b>				<b>43.622.421,12</b>
	REDE COLETORA E INTERCEPTOR DE ESGOTO PROJETADO	m	110.656,00	383,31	42.415.010,03
	SUBSTITUIÇÃO DE REDE EXISTENTE	m	3.150,00	383,31	1.207.411,09
<b>4</b>	<b>ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO</b>	<b>un</b>	<b>10,00</b>		<b>2.776.349,89</b>
	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO - TIPO I - Q=10L/S	un	5,00	150.735,36	753.676,80
	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO - TIPO II - Q=15 L/S	un	4,00	333.088,25	1.332.353,00
	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO - TIPO III - - Q=30L/S	un		367.570,88	-
	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO - TIPO IV - Q=65L/S	un	1,00	690.320,09	690.320,09
<b>5</b>	<b>LINHA DE RECALQUE DE ESGOTO</b>	<b>m</b>	<b>10.598,00</b>		<b>4.803.220,17</b>
	LINHA DE RECALQUE DE ESGOTO DN90MM	m	2.949,00	319,39	941.881,11
	LINHA DE RECALQUE DE ESGOTO DN110MM	m	2.486,00	469,59	1.167.400,74
	LINHA DE RECALQUE DE ESGOTO DN150MM	m	4.035,00	425,44	1.716.650,40
	LINHA DE RECALQUE DE ESGOTO DN250MM	m	1.128,00	866,39	977.287,92
<b>6</b>	<b>ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO</b>				<b>18.943.541,69</b>
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO	un	1,00		18.943.541,69
<b>7</b>	<b>EMISSÁRIO</b>	<b>m</b>	<b>300,00</b>		<b>248.172,26</b>
	EMISSÁRIO DN 500MM	m	300,00	827,24	248.172,26
<b>8</b>	<b>AQUISIÇÃO DE ÁREAS</b>				<b>3.075.000,00</b>
	AQUISIÇÃO DE ÁREAS PARA EEE	m <sup>2</sup>	1.800,00	250,00	450.000,00
	AQUISIÇÃO DE ÁREAS PARA ETE	m <sup>2</sup>	10.500,00	250,00	2.625.000,00
<b>9</b>	<b>PROJETO EXECUTIVO</b>				<b>2.536.610,34</b>
	DESENVOLVIMENTO DE PROJETO EXECUTIVO				2.536.610,34
<b>TOTAL SISTEMA</b>					<b>87.090.288,31</b>

Fonte: Enejota, ago/2021.

**TABELA 53. PROJETO DO SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTOS DO MUNICÍPIO DO CRATO  
RESUMO – DOM QUINTINO**

ITEM/CÓDIGO	DESCRIÇÃO COMPLETA	UNID.	QUANT.	CUSTO UNITÁRIO (R\$)	CUSTO TOTAL (R\$)
<b>1</b>	<b>CANTEIRO DE OBRAS</b>				<b>415.858,28</b>
	CANTEIRO DE OBRAS + ADMINISTRAÇÃO LOCAL	un	1,00	415.858,28	415.858,28
<b>2</b>	<b>LIGAÇÕES DOMICILIARES</b>				<b>472.815,00</b>
	LIGAÇÕES DOMICILIARES	un	532,00	888,75	472.815,00
<b>3</b>	<b>REDE COLETORA DE ESGOTO</b>				<b>1.524.400,54</b>
	REDE COLETORA E INTERCEPTOR DE ESGOTO PROJETADO	m	4.747,00	321,13	1.524.400,54
<b>4</b>	<b>ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO</b>				<b>2.157.127,99</b>
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO	un	1,00	2.157.127,99	2.157.127,99
<b>5</b>	<b>EMISSÁRIO</b>				<b>84.479,11</b>
	EMISSÁRIO DN 150MM	m	150,00	563,19	84.479,11
<b>6</b>	<b>AQUISIÇÃO DE ÁREAS</b>				<b>180.000,00</b>
	AQUISIÇÃO DE ÁREAS PARA EEE	m <sup>2</sup>	360,00	250,00	90.000,00
	AQUISIÇÃO DE ÁREAS PARA ETE	m <sup>2</sup>	360,00	250,00	90.000,00
<b>7</b>	<b>PROJETO EXECUTIVO</b>				<b>145.040,43</b>
	DESENVOLVIMENTO DE PROJETO EXECUTIVO	un	1,00	145.040,43	145.040,43
	<b>TOTAL SISTEMA</b>				<b>4.979.721,35</b>

Fonte: Enejota, ago/2021.



**TABELA 54. PROJETO DO SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTOS DO MUNICÍPIO DO CRATO  
RESUMO – PONTA DA SERRA**

ITEM/CÓDIGO	DESCRIÇÃO COMPLETA	UNID.	QUANT.	CUSTO UNITÁRIO (R\$)	CUSTO TOTAL (R\$)
<b>1</b>	<b>CANTEIRO DE OBRAS</b>				<b>417.660,68</b>
	CANTEIRO DE OBRAS + ADMINISTRAÇÃO LOCAL	un	1,00	417.660,68	417.660,68
<b>2</b>	<b>LIGAÇÕES DOMICILIARES</b>				<b>728.508,96</b>
	LIGAÇÕES DOMICILIARES	un	808,00	901,62	728.508,96
<b>3</b>	<b>REDE COLETORA DE ESGOTO</b>				<b>2.363.192,38</b>
	REDE COLETORA E INTERCEPTOR DE ESGOTO PROJETADO	m	7.212,00	327,68	2.363.192,38
<b>4</b>	<b>ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO</b>				<b>301.512,68</b>
	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO - TIPO I - Q=10L/S	un	2,00	150.756,34	301.512,68
<b>5</b>	<b>LINHA DE RECALQUE DE ESGOTO</b>				<b>329.929,87</b>
	LINHA DE RECALQUE DE ESGOTO DN90MM	m	1.033,00	319,39	329.929,87
<b>6</b>	<b>ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO</b>				<b>2.669.321,33</b>
	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO	un	1,00		2.669.321,33
<b>7</b>	<b>EMISSÁRIO</b>				<b>225.406,58</b>
	EMISSÁRIO DN 150MM	m	530,00	425,30	225.406,58
<b>8</b>	<b>AQUISIÇÃO DE ÁREAS</b>				<b>116.250,00</b>
	AQUISIÇÃO DE ÁREAS PARA EEE	m <sup>2</sup>	100,00	250,00	25.000,00
	AQUISIÇÃO DE ÁREAS PARA ETE	m <sup>2</sup>	365,00	250,00	91.250,00
<b>9</b>	<b>PROJETO EXECUTIVO</b>				<b>214.553,47</b>
	DESENVOLVIMENTO DE PROJETO EXECUTIVO	un	1,00	214.553,47	214.553,47
	<b>TOTAL SISTEMA</b>				<b>7.366.335,95</b>

Fonte: Enejota, ago/2021.

**TABELA 55. PROJETO DO SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTOS DO MUNICÍPIO DO CRATO  
RESUMO – REFORMA ETE EXISTENTE**

ITEM/CÓDIGO	DESCRIÇÃO COMPLETA	UNID.	QUANT.	CUSTO UNITÁRIO (R\$)	CUSTO TOTAL (R\$)
<b>1</b>	<b>LIMPEZA DO TERRENO E REFORMA DAS ESTRUTURAS EXISTENTES</b>	un	1,00	100.000,00	<b>120.000,00</b>
<b>2</b>	<b>SUBSTITUIÇÃO MEIOS FILTRANTES</b>	un	1,00	100.000,00	<b>120.000,00</b>
<b>3</b>	<b>REPAROS E SUBSTITUIÇÃO DE EQUIPAMENTOS</b>	un	1,00	125.000,00	<b>160.000,00</b>
<b>4</b>	<b>PROJETOS</b>	un	1,00	10.000,00	<b>30.000,00</b>
	<b>TOTAL SISTEMA</b>				<b>430.000,00</b>

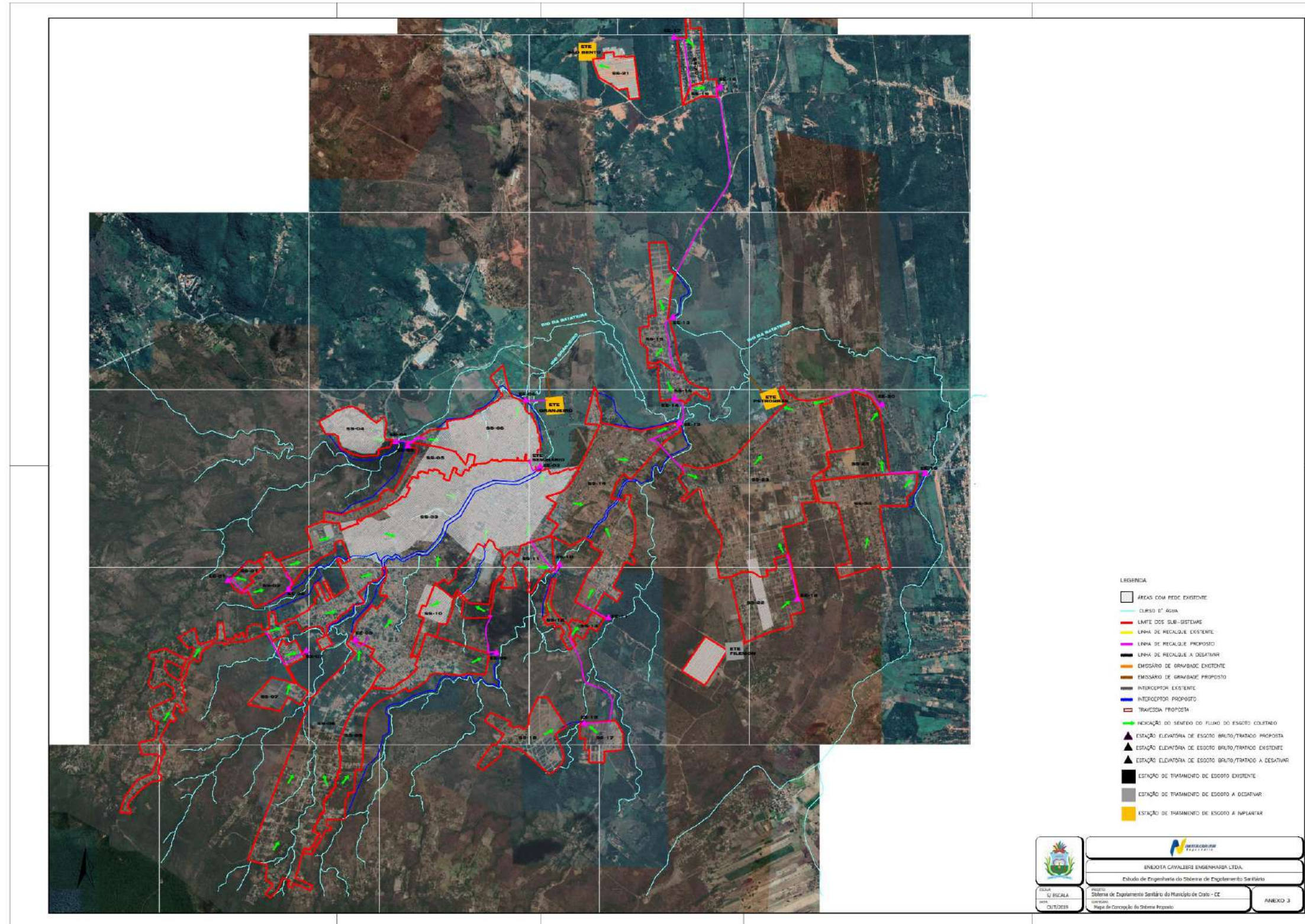
Fonte: Enejota, ago/2021.

**ANEXO 2 – CRONOGRAMA DE IMPLANTAÇÃO DAS OBRAS**

ANO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35		
	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052	2053	2054	2055	2056		
<b>ÁGUA</b>																																					
Substituição de Hidrômetros																																					
<b>ESGOTO</b>																																					
Canteiro de Obras/ Administração de obra																																					
Ligações domiciliares																																					
Ligações intradomiciliares																																					
Rede coletora de esgoto																																					
Estação elevatória de esgoto																																					
Linha de recalque de esgoto																																					
Estação de tratamento de esgoto																																					
Reforma/ Adequação ETE existente																																					
Emissário																																					
Aquisição de áreas																																					
Ressarcimento do FEP + B3																																					
Projetos																																					
Certificação Projeto Executivo																																					

Fonte: Enejota, 2021.

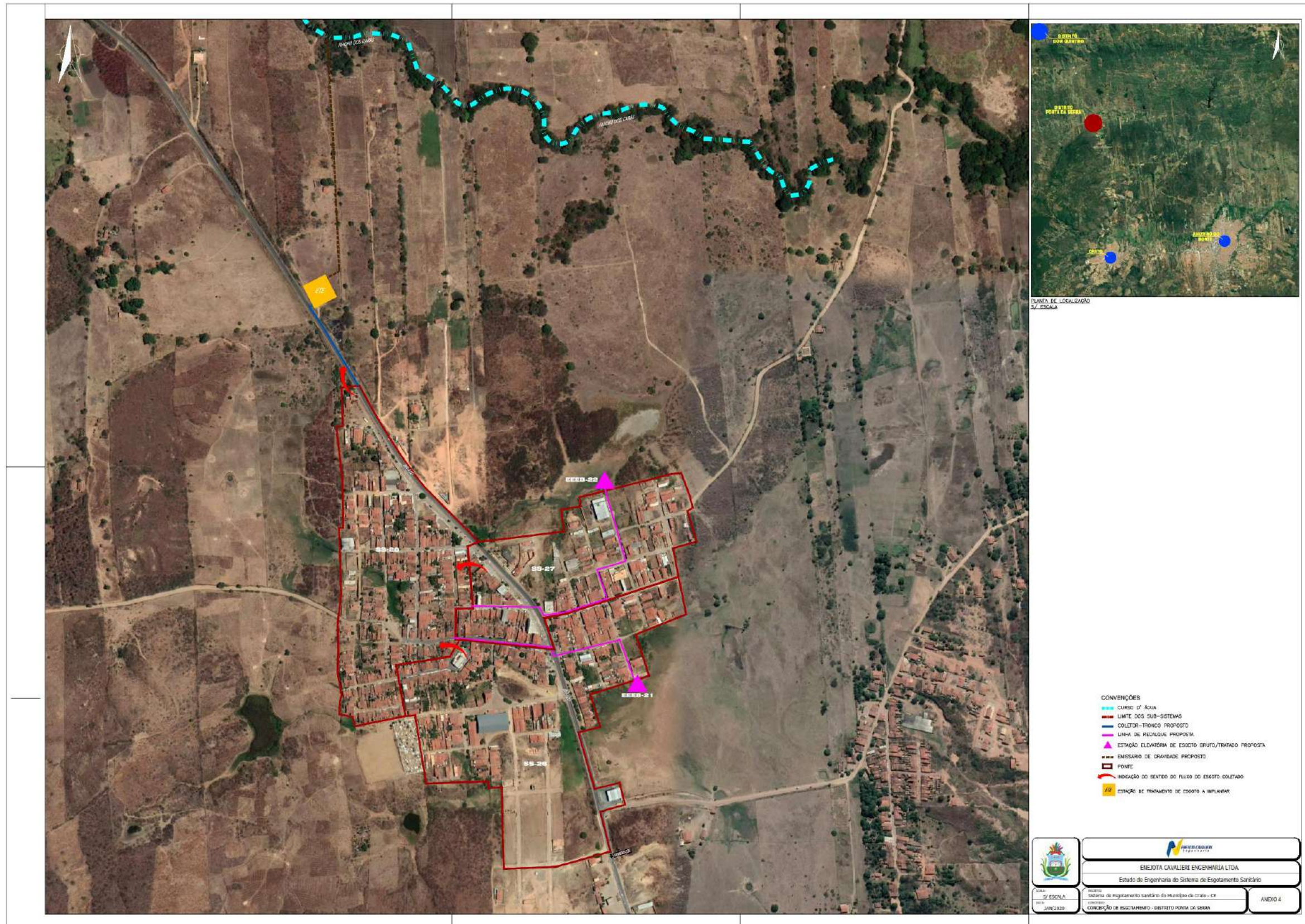
**ANEXO 3 – PROJETO:  
MAPA DE CONCEPÇÃO DO SISTEMA PROPOSTO**



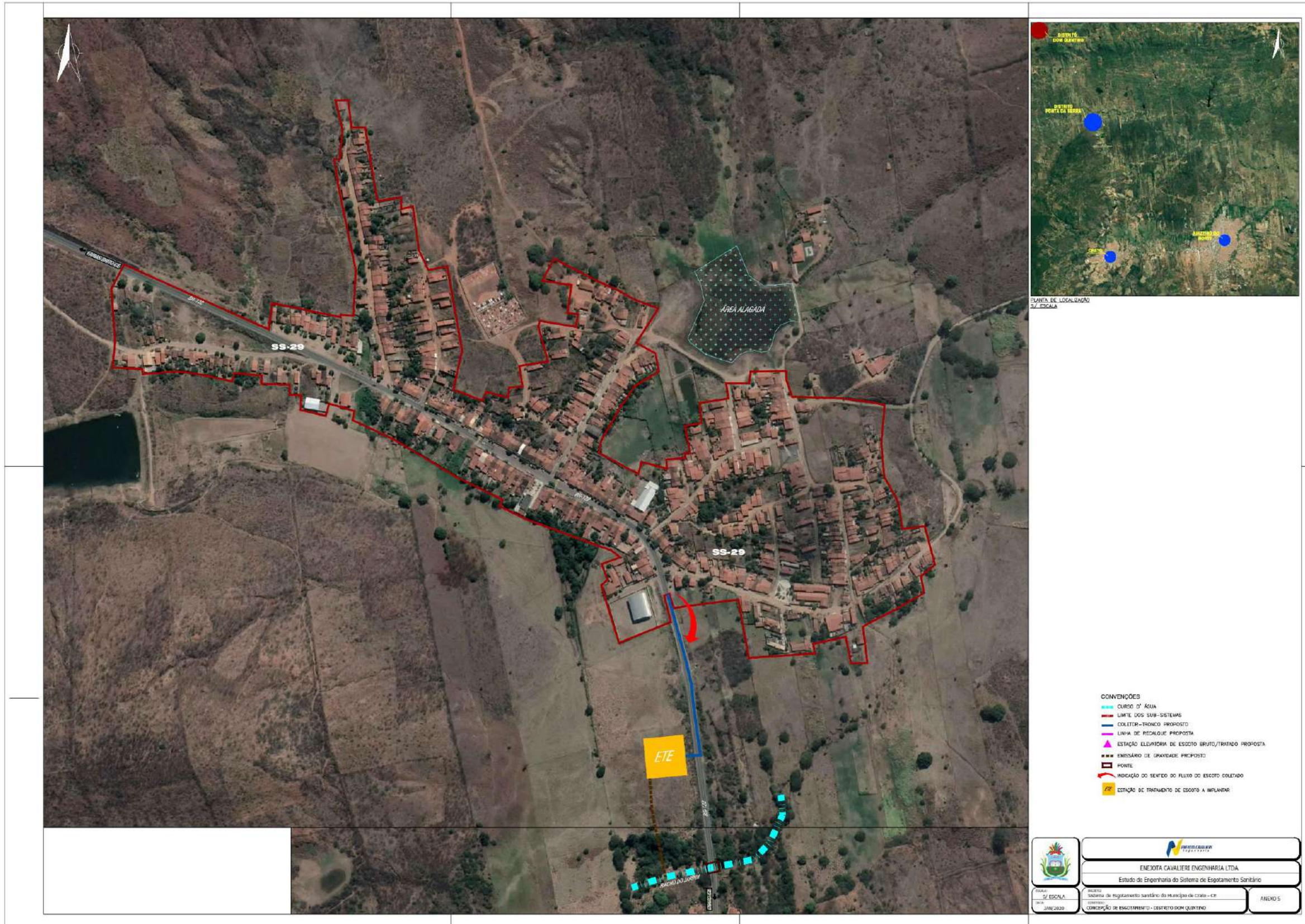


**ANEXO 4 – PROJETO:  
CONCEPÇÃO DE ESGOTAMENTO - DISTRITO PONTA DA SERRA**

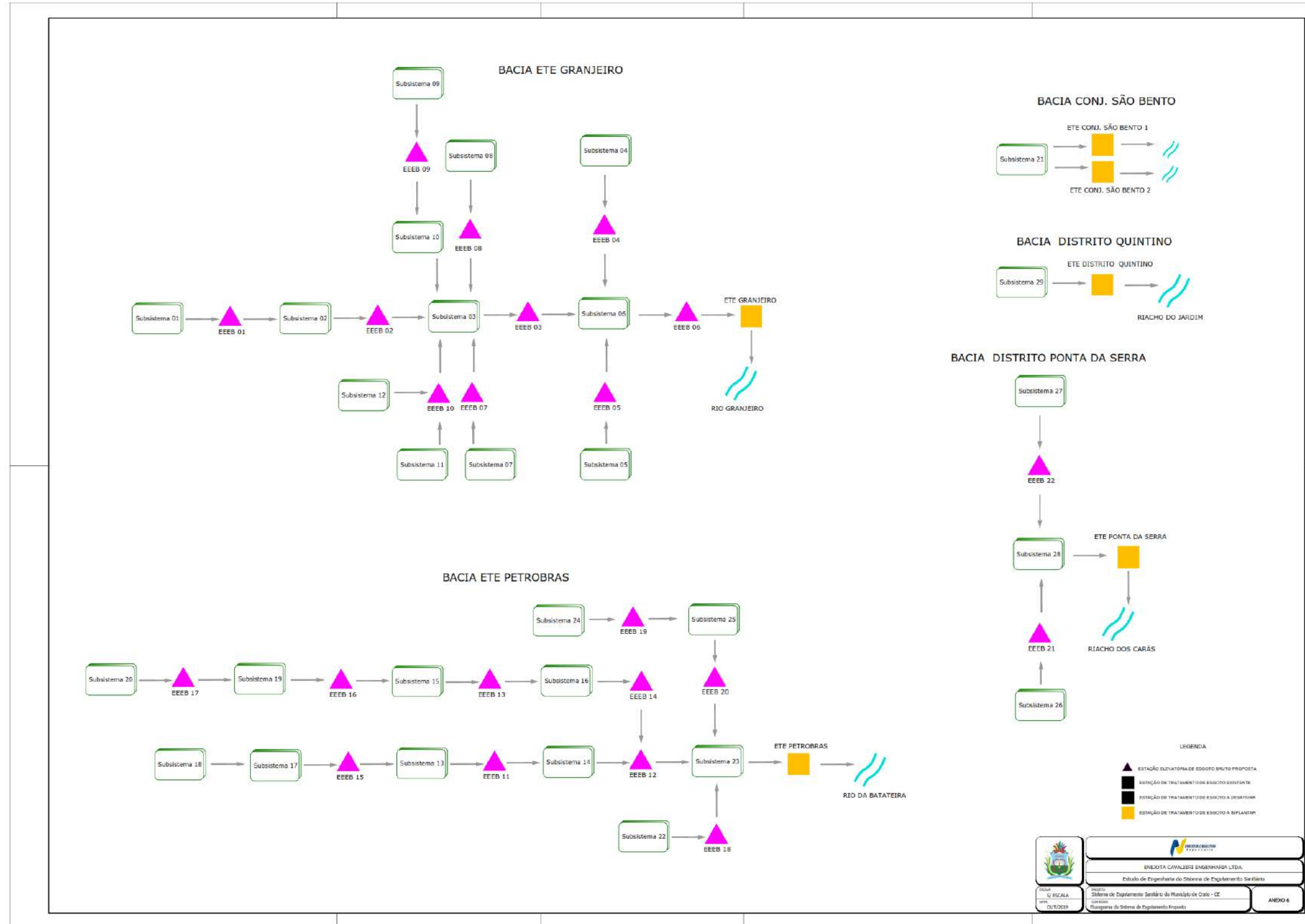




**ANEXO 5 – PROJETO:  
CONCEPÇÃO DE ESGOTAMENTO - DISTRITO DOM QUINTINO**



**ANEXO 6 – PROJETO:  
FLUXOGRAMA DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO PROPOSTO**

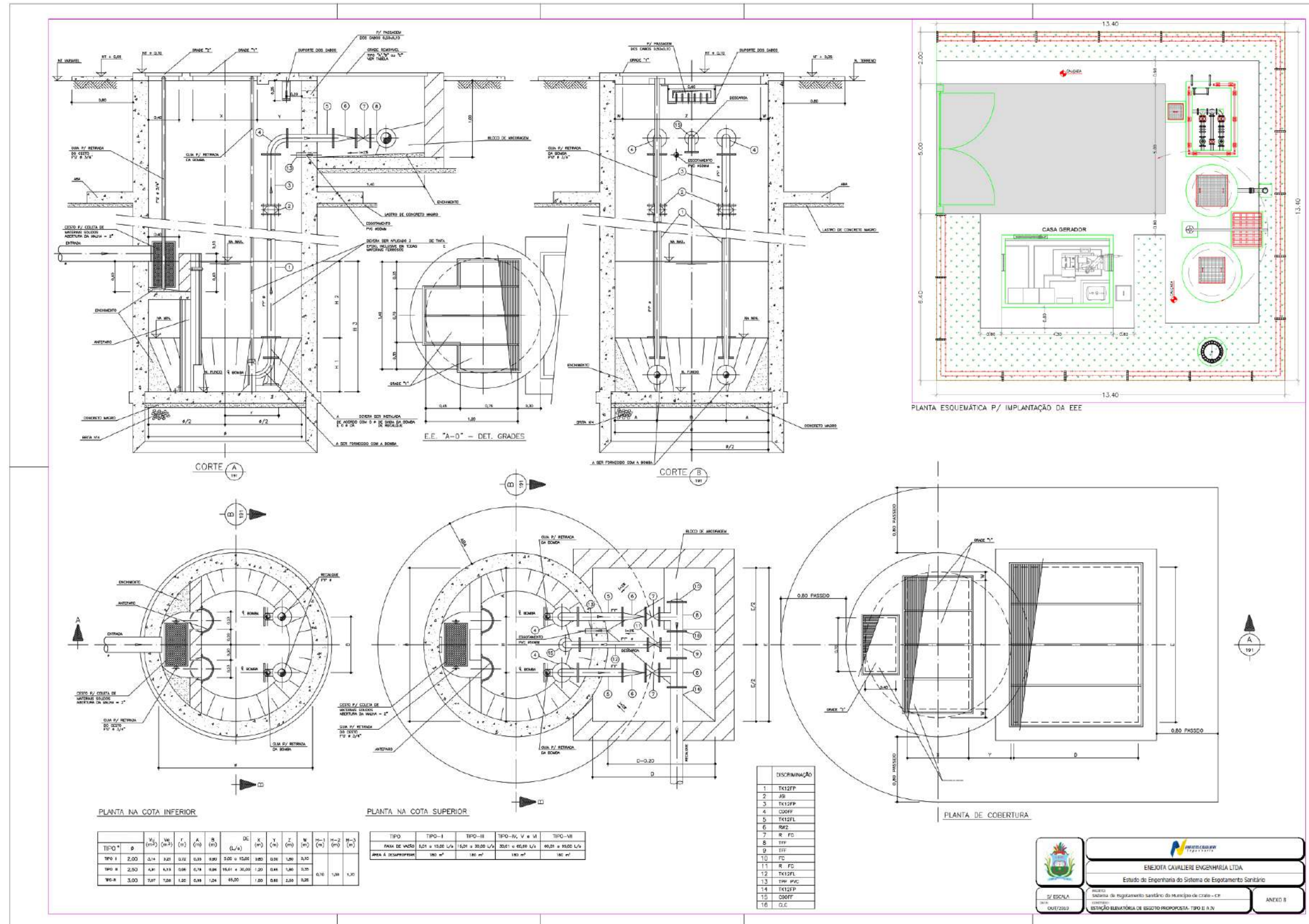


**ANEXO 7 – PROJETO:**  
**ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO PROPOSTA – TIPO I**

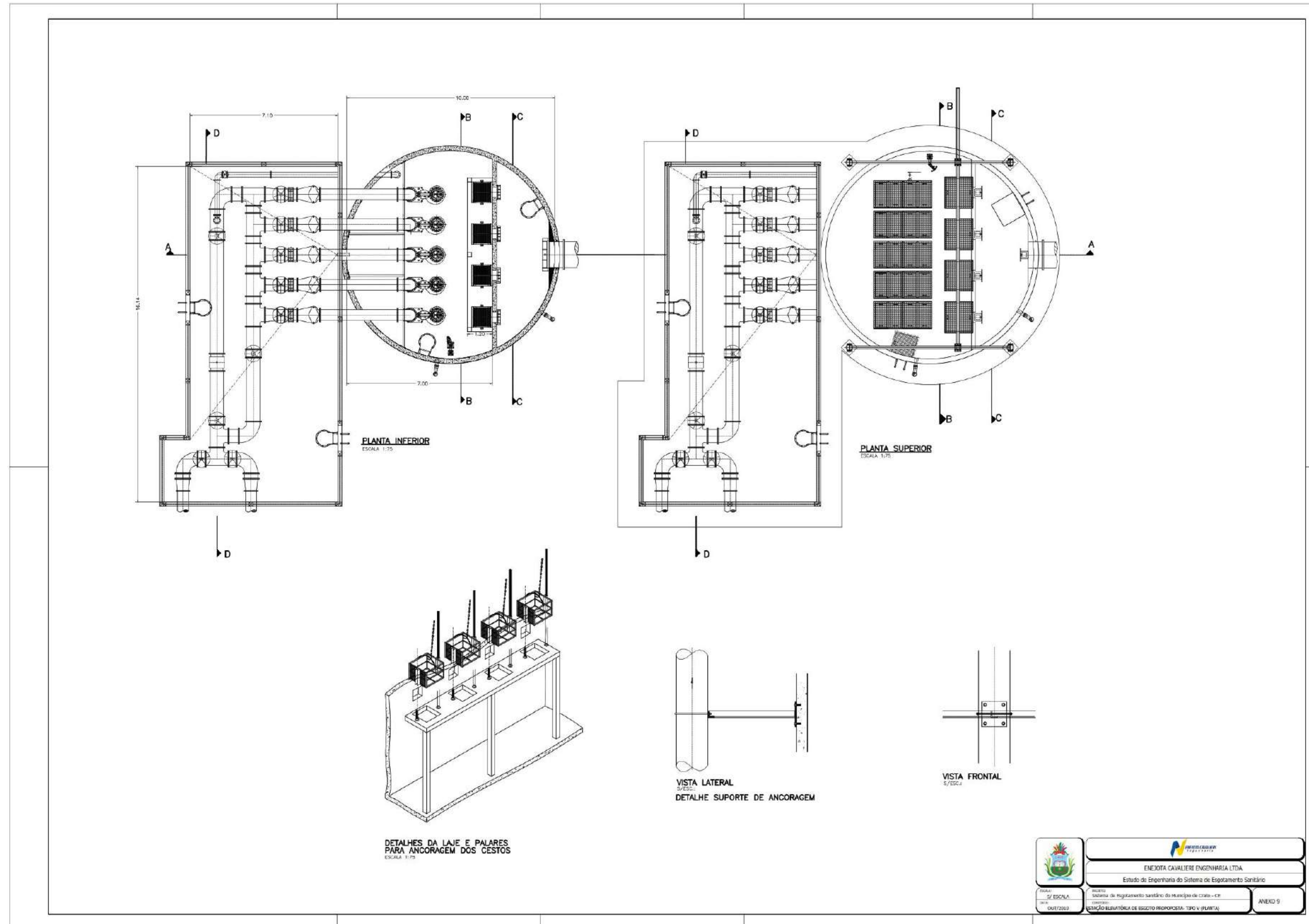


**ANEXO 8 – PROJETO:  
ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO PROPOSTA – TIPO II A IV**

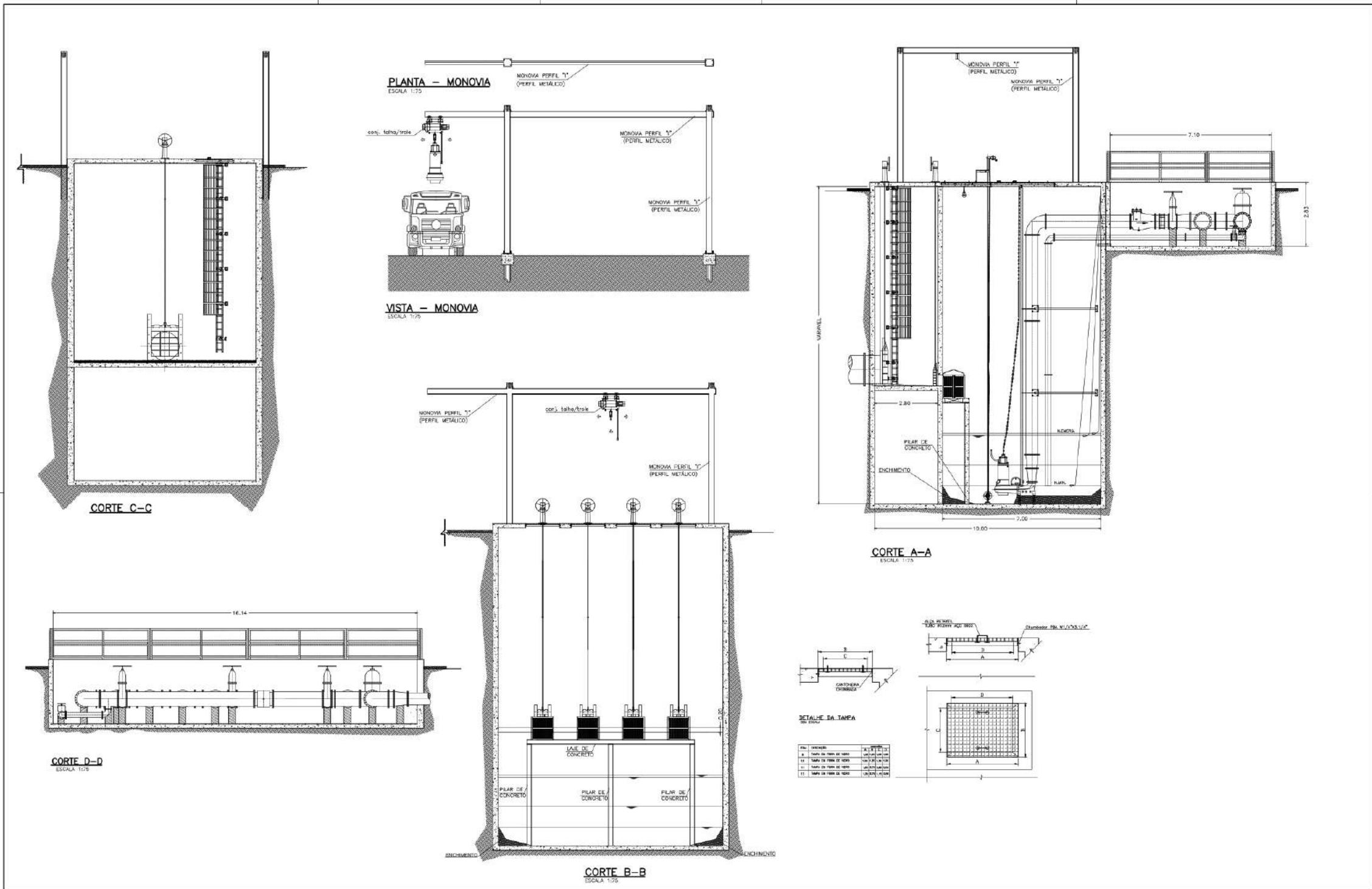




**ANEXO 9 – PROJETO:  
ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO PROPOSTA – TIPO V (PLANTA)**



**ANEXO 10 – PROJETO:  
ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO PROPOSTA – TIPO V (CORTES)**

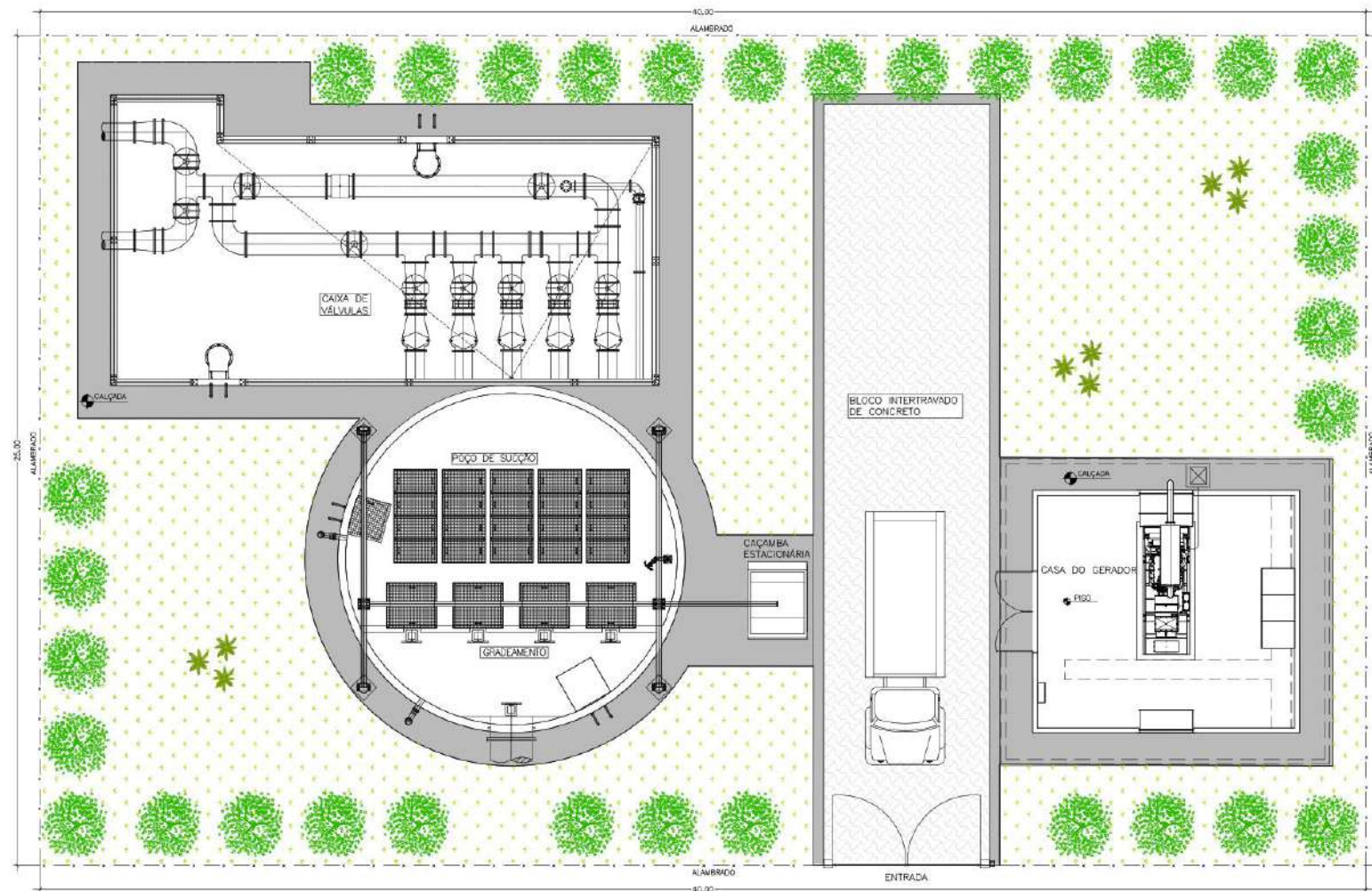


**ENEJOA CAVALIERI ENGENHARIA LTDA.**  
Estudo de Engenharia do Sistema de Esgotamento Sanitário

Projeto: Sistema de Esgotamento Sanitário da Prefeitura de Crato - CE  
Objeto: ESTAÇÃO ILUMINADA DE ESGOTO PROPOSTA - TIPO V (CORTES)

ANEXO 30

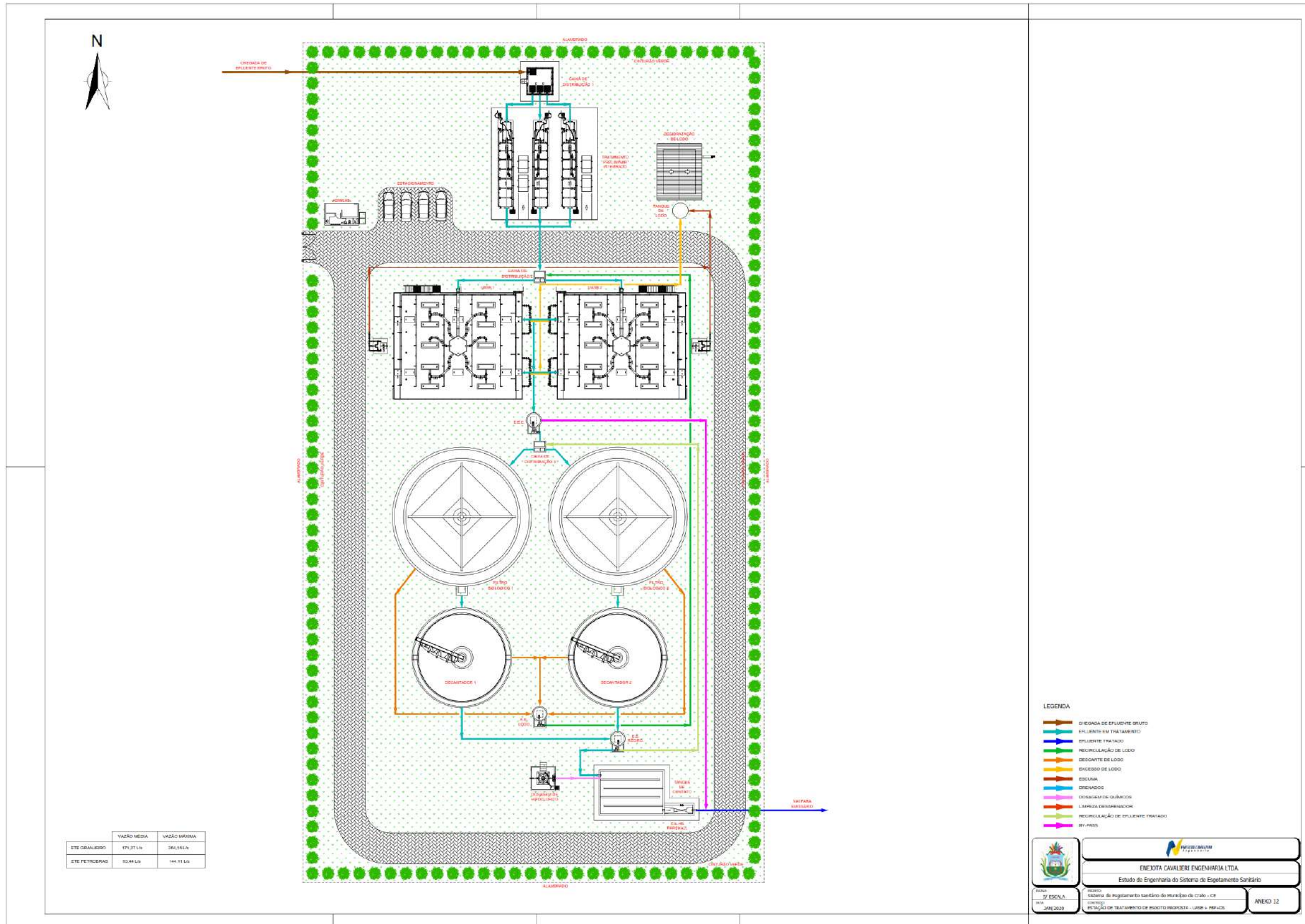
**ANEXO 11 – PROJETO:  
IMPLANTAÇÃO DA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO PROPOSTA – TIPO V**



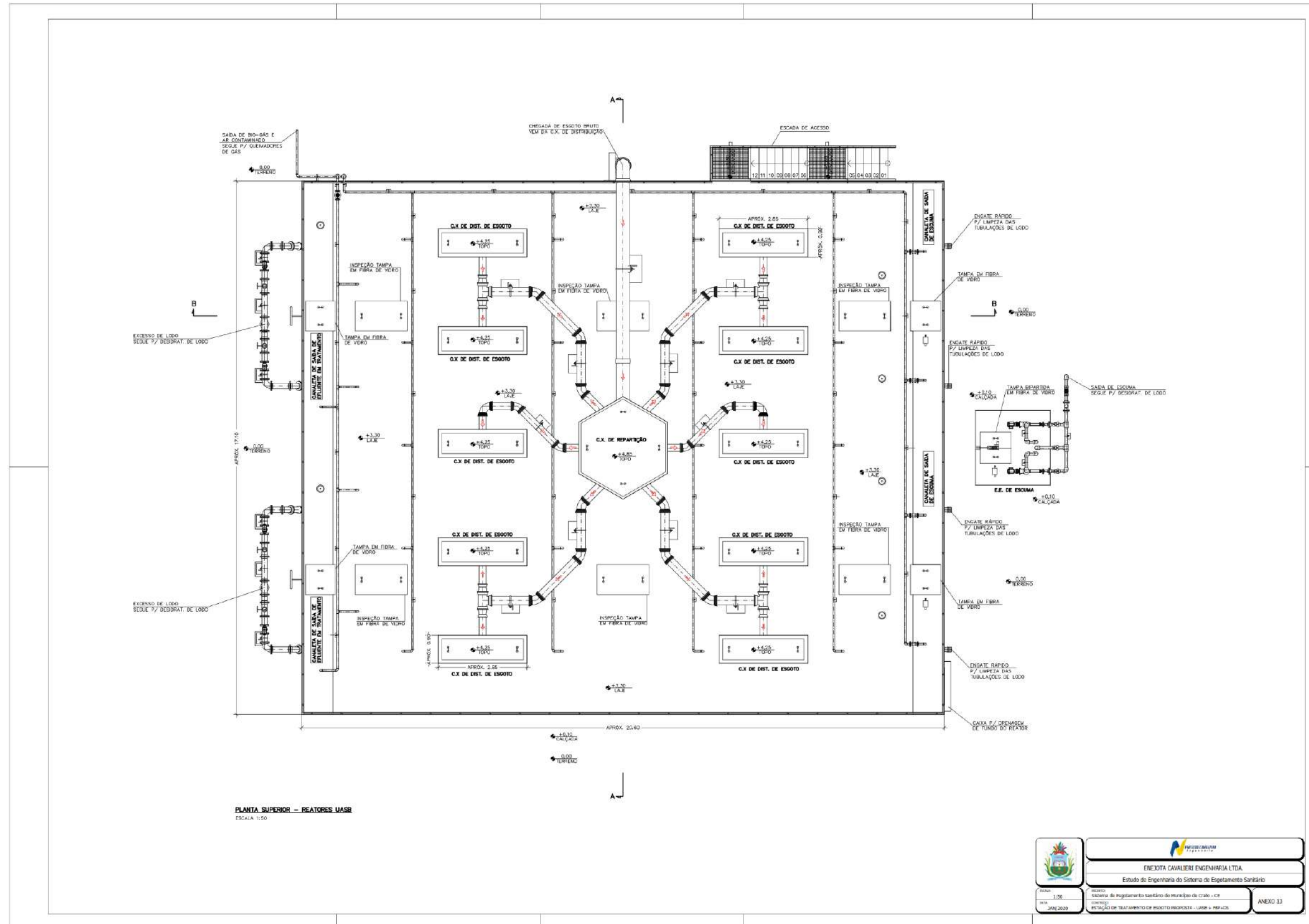
	<b>ENEXOTA CAVALIERI ENGENHARIA LTDA</b>	
	Estudo de Engenharia do Sistema de Esgotamento Sanitário	
Projeto	Projeto	MEXO 11
2ª ESCALA	Sistema de Esgotamento Sanitário da Município de Crato	
30/03/2020	OPERAÇÃO	IMPLEMENTAÇÃO DA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO INDIVIDUAL - TIPO V

**ANEXO 12 – PROJETO:  
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO PROPOSTA – UASB + FBP + DS  
(GRANJEIRO)**



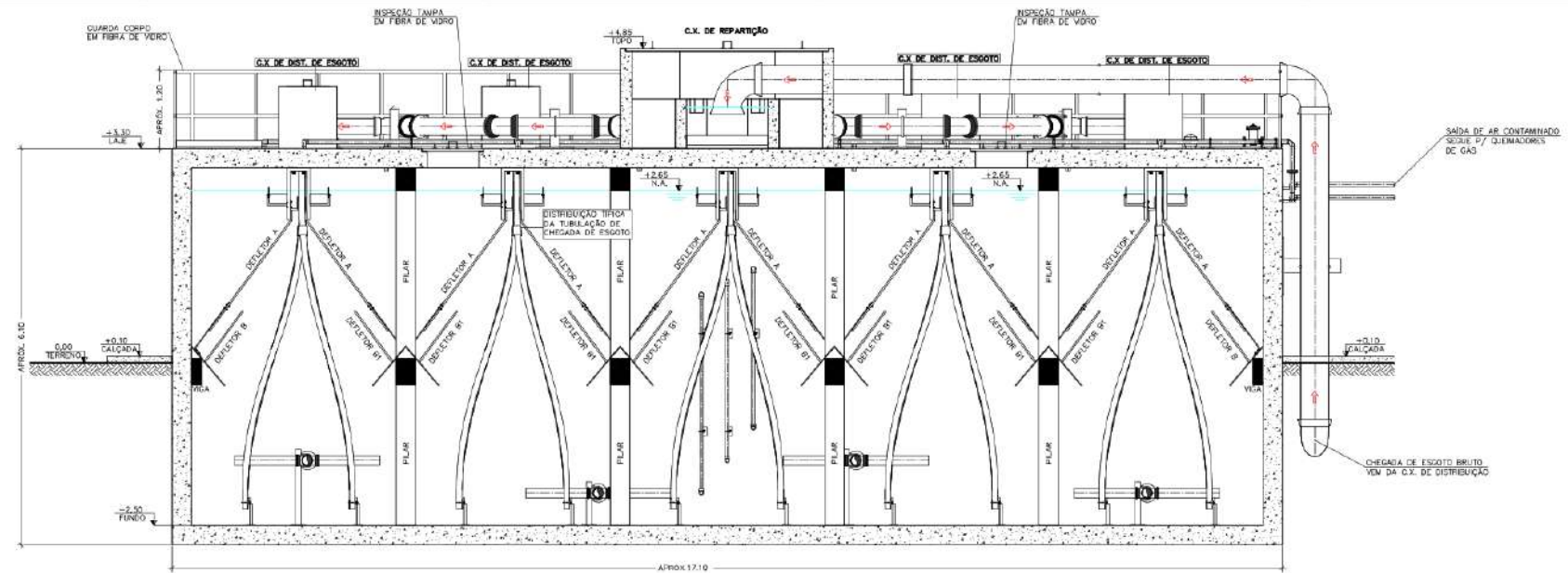


**ANEXO 13 – PROJETO:  
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO PROPOSTA – UASB + FBP + DS  
(GRANJEIRO)**

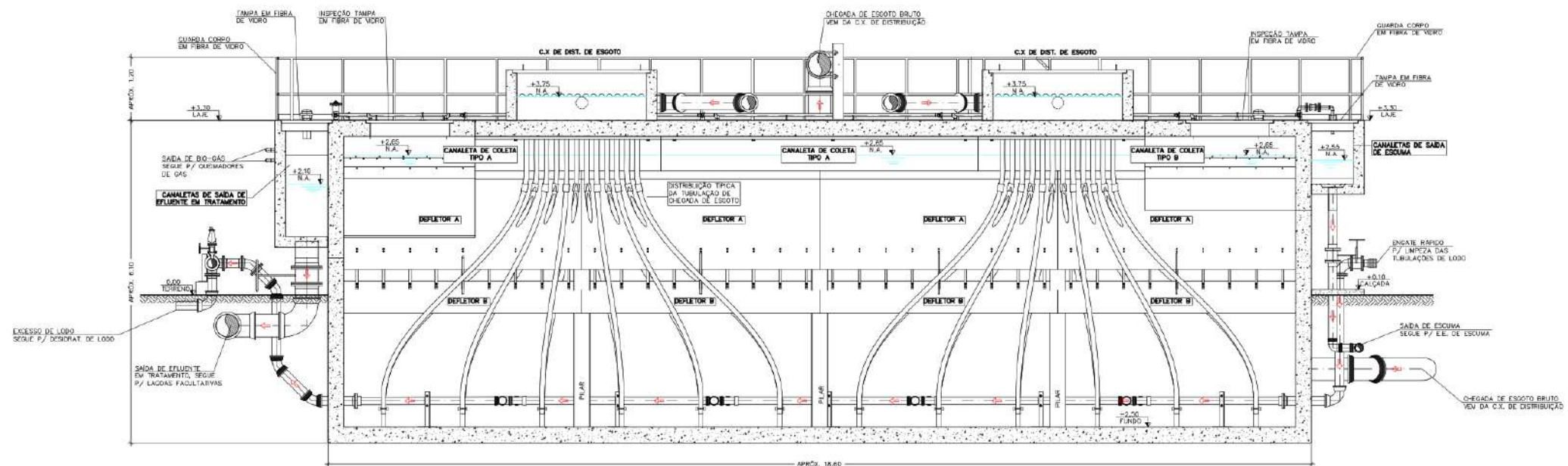


		
	ENEIXTA CAVALIERI ENGENHARIA LTDA Estudo de Engenharia do Sistema de Esgotamento Sanitário	
Escala: 1:50	Projeto: Sistema de Esgotamento Sanitário da Município de Crato - CE	Anexo: ESTÁGIO DE TRATAMENTO DE PRODOTO PRODUZIDA - UASB + IMPACTO
Data: JUN/2020		ANEXO 13

**ANEXO 14 – PROJETO:  
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO PROPOSTA – UASB + FBP + DS  
(GRANJEIRO)**

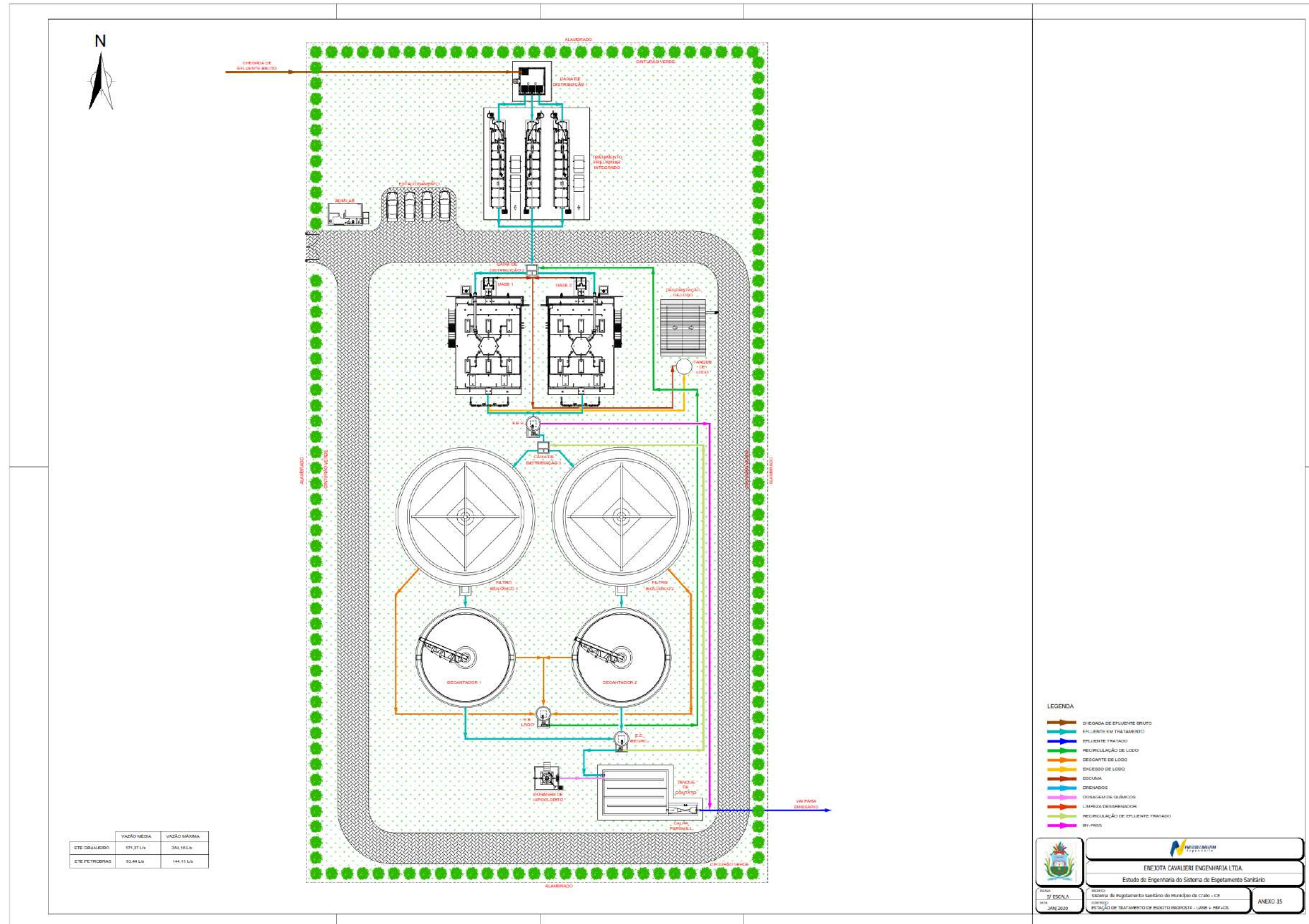


**CORTE A-A - REATORES UASB**  
ESCALA 1:40



**CORTE B-B - REATORES UASB**  
ESCALA 1:40

**ANEXO 15 – PROJETO:  
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO PROPOSTA – UASB + FBP + DS  
(PETROBRÁS)**



**ANEXO 16 – PROJETO:  
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO PROPOSTA – UASB + FBP + DS  
(PETROBRÁS)**



